

Aus der Klinik für Orthopädie und Rheumatologie  
Geschäftsführende Direktorin: Univ. - Prof. Dr. med. S. Fuchs-Winkelmann

des Fachbereiches Medizin der Philipps-Universität Marburg und des  
Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Marburg

in Zusammenarbeit mit dem Klinikum Barmbek / Eilbek,  
Standort Hamburg

**LANGZEITERGEBNISSE NACH DEROTATIONS-  
VARISIERUNGSOSTEOTOMIE (DVO) IN DER  
BEHANDLUNG DER ANGEBORENEEN  
HÜFTREIFUNGSSTÖRUNG**

Inaugural – Dissertation zur Erlangung des  
Doktorgrades der gesamten Humanmedizin

dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität  
Marburg vorgelegt von

Tim Bartschat aus Hamburg

Marburg 2009

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg  
am: 2.04.2009

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. M. Rothmund  
Referent: Prof. Dr. S. Fuchs - Winkelmann  
Korreferent: Prof. Dr. T. Wirth

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b><u>Einleitung</u></b>	S. 11
1.1	Allgemeines und Definitionen	S. 11
1.2	Epidemiologie	S. 13
1.3	Ätiologie und Pathogenese	S. 14
1.4	Pathomorphologie und Pathobiomechanik der angeborenen Hüftreifungsstörung	S. 16
1.5	Symptome der unbehandelten Hüftreifungsstörung	S. 19
1.6	Einteilungen der angeborenen Hüftreifungsstörungen	S. 20
1.7	Konservative Therapieoptionen und Indikation zur operativen Korrektur der Hüftreifungsstörung	S. 22
1.8	<b>Überblick über die gängigen OP-Verfahren zur Korrektur der angeborenen Hüftreifungsstörung</b>	S. 25
1.8.1	Die „Innominate Osteotomy“ nach Salter	S. 26
1.8.2	Die Beckenosteotomie nach Chiari	S. 27
1.8.3	Die Azetabuloplastiken	S. 28
1.8.3.1	Die Azetabuloplastik nach Dega (1964)	S. 29
1.8.3.2	Die Azetabuloplastik nach Pemberton (1965)	S. 30
1.8.4	Die Tripleosteotomie nach Tönnis (1979)	S. 31
1.8.5	Die periazetabuläre Osteotomie nach Ganz (1988)	S. 33
1.8.6	Historische Entwicklung der Femurosteotomien	S. 33
1.9	<b>Die Derotations-Varisierungsosteotomie (DVO) nach Bernbeck</b>	S. 37
1.10	Fallbeispiele	S. 42
1.11	Fragestellung und Ziele der Arbeit	S. 49
<b>2.</b>	<b><u>Material und Methodik</u></b>	S. 50
2.1	Arbeitsvorbereitung	S. 50
2.2	Patientenkollektiv	S. 51
2.3	<b>Die klinische Nachuntersuchung</b>	S. 53
2.4	Die Bewertungsschemata	S. 56
2.4.1	Klinische Funktionsbeurteilung nach Tönnis (1994)	S. 56
2.4.2	Der Harris – Hip – Score (HHS)	S. 58
2.4.3	Der Merle d'Aubigné und Postel - Score	S. 59
2.4.4	Der Gao – Score	S. 60
2.5	<b>Die radiologische Nachuntersuchung</b>	S. 61
2.5.1	Der AC-Winkel nach Hilgenreiner (1925)	S. 62
2.5.2	Der CE-Winkel nach Wiberg (1939)	S. 64
2.5.3	Der ACM-Winkel nach Idelberger und Frank (1952)	S. 66
2.5.4	Der Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD) nach Müller (1957)	S. 67
2.5.5	Der KE-Winkel nach Jäger und Refior (1974)	S. 69
2.5.6	Der Schenkelhalsindex nach Tönnis (1985)	S. 70
2.5.7	Die Dezentrierungsstrecke (d) nach Busse et al. (1972)	S. 72
2.5.8	Der Hüftwert nach Busse et al. (1972)	S. 73
2.5.9	Fehlerquellen	S. 77
2.6	Statistische Auswertung der Daten	S. 77

<b>3.</b>	<b><u>Ergebnisse</u></b>	S. 78
3.1	<b>Stichprobenbeschreibung, soziodemografische Merkmale und subjektiver Krankheitsverlauf</b>	S. 78
3.1.1	Das Operationsalter	S. 78
3.1.2	Das Geschlecht	S. 79
3.1.3	Verteilung der Diagnosen	S. 80
3.1.4	Nachuntersuchungsintervall	S. 81
3.1.5	Vorbehandlungen	S. 81
3.1.6	Berufliche Situation	S. 82
3.1.7	Sportliche Aktivitäten	S. 82
3.1.8	Mobilität	S. 83
3.1.9	Postoperative Komplikationen oder Besonderheiten	S. 83
3.1.10	Subjektive Beurteilung der eigenen Gesundheit	S. 84
3.1.11	Beurteilung der Narbe	S. 85
3.1.12	Analgetikabedarf	S. 86
3.2	<b>Ergebnisse der klinischen Untersuchung</b>	S. 86
3.2.1	Ergebnisse der klinischen Funktionsbeurteilung nach Tönnis (1984)	S. 86
3.2.1.1	Beweglichkeit	S. 86
3.2.1.2	Trendelenburgzeichen und Beinlängendifferenz	S. 88
3.2.1.3	Gehvermögen und Schmerzen	S. 89
3.2.1.4	Patientenurteil und Gesamtwertung	S. 89
3.2.2	Der neuromuskuläre Status	S. 90
3.2.3	Achsdeformitäten	S. 91
3.2.4	Klinische Arthrosezeichen	S. 91
3.2.5	Bindegewebsstatus	S. 92
3.3	<b>Ergebnisse des Harris-Hip-Score</b>	S. 92
3.4	<b>Ergebnisse des Merle d'Aubigné und Postel - Score</b>	S. 93
3.5	<b>Ergebnisse des Score nach Gao</b>	S. 94
3.6	Statistische Aussage über die Score – Ergebnisse	S. 96
3.7	<b>Ergebnisse der radiologischen Parameter</b>	S. 96
3.7.1	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>AC-Winkel</b> nach Hilgenreiner	S. 98
3.7.2	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>CE-Winkel</b> nach Wiberg (1939)	S. 104
3.7.3	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>ACM-Winkel</b> nach Idelberger und Frank (1952)	S. 110
3.7.4	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zur <b>Dezentrierungsstrecke (d)</b> nach Busse et al. (1972)	S. 117
3.7.5	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>Hüftwert</b> nach Busse et al. (1972)	S. 120
3.7.6	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>KE – Winkel</b> nach Jäger und Refior (1974)	S. 126
3.7.7	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>CCD – Winkel</b> nach Müller (1957)	S. 131
3.7.8	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum <b>Schenkelhalsindex</b> nach Tönnis (1984)	S. 138
3.7.9	Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: <b>Hüftkopfnekrose</b>	S. 140



3.7.10	Beschreibung der Röntgenbilder zum Nachuntersuchungszeitpunkt bezüglich der Arthroseparameter nach Busse et al. (1972)	S. 142
<b>4.</b>	<b><u>Diskussion</u></b>	S. 143
4.1	Einführung	S. 143
4.2	<b>Diskussion der eigenen klinischen Ergebnisse und der alternativer Korrekturverfahren im Literaturvergleich</b>	S. 149
4.2.1	Beweglichkeit und Trendelenburgzeichen sowie klinische Gesamtbewertung	S. 150
4.2.2	Beinlängendifferenzen, Achsfehlstellungen und Arthrosezeichen	S. 153
4.2.3	Lebensqualität und subjektive Gesundheitsbewertung	S. 155
4.2.4	Komplikationen	S. 157
4.2.5	Hüftscores	S. 159
4.3	<b>Diskussion der eigenen radiologischen Ergebnisse und der alternativer Korrekturverfahren im Literaturvergleich</b>	S. 161
4.3.1	Der AC – Winkel nach Hilgenreiner (1925)	S. 162
4.3.2	Der CE – Winkel nach Wiberg (1939)	S. 166
4.3.3	Der ACM – Winkel nach Idelberger und Frank (1952)	S. 168
4.3.4	Der Hüftwert nach Busse et al. (1972)	S. 170
4.3.5	Der CCD – Winkel nach Müller (1957) und der KE – Winkel nach Jäger und Refior (1974)	S. 173
4.3.6	Stellenwert der DVO	S. 177
<b>5.0</b>	<b><u>Zusammenfassung</u></b>	S. 180
<b>6.0</b>	<b><u>Literaturverzeichnis</u></b>	S. 183
<b>7.0</b>	<b><u>Anhang</u></b>	S. 204
7.1	Patientenanschriften	S. 204
7.2	Antwortpostkarte Vorderseite	S. 205
7.3	Antwortpostkarte Rückseite	S. 205
7.4	Standardisierter Untersuchungsbogen	S. 206
7.5	Übersetzung des Harris-Hip-Scores	S. 207
7.6	Übersetzung des Merle d'Aubigné und Postel - Scores	S. 209
7.7	Übersetzung des Score nach Gao et al.	S. 210
7.8	Fragen zur subjektiven Sicht der eigenen Gesundheit	S. 212
7.9	Lebenslauf	S. 215
7.10	Akademische Lehrer	S. 217
7.11	Dankvermerk	S. 218
<b>8.0</b>	<b><u>Ehrenwörtliche Versicherung</u></b>	S. 219

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Vereinfachte Darstellung der Gelenkresultierenden (R1) am normal entwickelten Hüftgelenk	S. 18
Abb. 2	Vereinfachte Darstellung der Gelenkresultierenden (R1) am dysplastisch entwickeltem Hüftgelenk bei Valgus- und Varusdeformität	S. 18
Abb. 3	Die Luxationsgrade nach Tönnis (1984)	S. 20
Abb. 4	Normale Sonoanatomie der Säuglingshüfte	S. 21
Abb. 5	Die Beckenosteotomie nach Salter	S. 27
Abb. 6	Die Beckenosteotomie nach Chiari	S. 28
Abb. 7	Das Prinzip der Azetabuloplastik	S. 29
Abb. 8	Das Prinzip der Azetabuloplastik nach Dega	S. 30
Abb. 9	Das Prinzip der Azetabuloplastik nach Pemberton	S. 31
Abb. 10	Das Prinzip der Tripleosteotomie	S. 32
Abb. 11	Übersicht über intertrochantäre Varisations-/Derotationsosteotomien	S. 36 - 37
Abb. 12	Die DVO nach Bernbeck als Zylindermodell, Korrelation von Schnittwinkel, Verdrehung und Kippeffekt	S. 38
Abb. 13	Die DVO nach Bernbeck	S. 39
Abb. 14	Schrägosteotomie nach Bernbeck in der Frontalebene, präoperativ	S. 40
Abb. 15	Schrägosteotomie nach Bernbeck in der Frontalebene, postoperativ	S. 40
Abb. 16-18	1. Fallbeispiel	S. 43
Abb. 19-21	2. Fallbeispiel	S. 45
Abb. 22-24	3. Fallbeispiel	S. 47
Abb. 25	Ermittlung des Querdurchmessers der Foramina obturata zur Berechnung des Drehquotienten	S. 61
Abb. 26	Konstruktion des Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner	S. 63
Abb. 27	Konstruktion des Zentrum-Ecken-Winkels nach Wiberg	S. 65
Abb. 28	Konstruktion des ACM-Winkels nach Idelberger und Frank	S. 66
Abb. 29	Konstruktion des CCD-Winkels nach M. E. Müller	S. 68
Abb. 30	Konstruktion des KE-Winkels nach Jäger und Refior	S. 70
Abb. 31	Konstruktion des Schenkelhalsindex nach Tönnis	S. 71
Abb. 32	Konstruktion der Dezentrierungsstrecke MZ nach Busse et al.	S. 73
Abb. 33	Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes	S. 75
Abb. 34	Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation	S. 79
Abb. 35	Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation in Abhängigkeit vom Geschlecht	S. 80
Abb. 36	Indikationen zur DVO	S. 81
Abb. 37	Beweglichkeit nach Tönnis (1984)	S. 87
Abb. 38	Beweglichkeit in Abhängigkeit vom Operationsalter	S. 87
Abb. 39	Gesamtbewertung nach Tönnis (1984) in Abhängigkeit vom Operationsalter	S. 90
Abb. 40	Gruppenspezifische Verteilung des Harris-Hip-Score	S. 93
Abb. 41	Gruppenspezifische Verteilung des Merle d'Aubigné und Postel - Score	S. 94
Abb. 42	Gruppenspezifische Verteilung des Gao – Score	S. 95
Abb. 43	Verlauf des AC – Winkels über drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke	S. 102
Abb. 44	Gruppenspezifischer Verlauf des AC – Winkels für das linke Hüftgelenk	S. 103
Abb. 45	Gruppenspezifischer Verlauf des AC – Winkels für das rechte Hüftgelenk	S. 103

Abb. 46	Verlauf des CE – Winkels über drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke	S. 107
Abb. 47	Gruppenspezifischer Verlauf des CE – Winkels für das linke Hüftgelenk	S. 109
Abb. 48	Gruppenspezifischer Verlauf des CE – Winkels für das rechte Hüftgelenk	S. 110
Abb. 49	Verlauf des ACM – Winkels über drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke	S. 113
Abb. 50	Gruppenspezifischer Verlauf des ACM – Winkels für das linke Hüftgelenk	S. 116
Abb. 51	Gruppenspezifischer Verlauf des ACM – Winkels für das rechte Hüftgelenk	S. 116
Abb. 52	Verlauf der Dezentrierungsstrecke über drei Messzeitpunkte	S. 120
Abb. 53	Gruppenspezifischer Verlauf des Hüftwertes für das linke Hüftgelenk	S. 125
Abb. 54	Gruppenspezifischer Verlauf des Hüftwertes für das rechte Hüftgelenk	S. 126
Abb. 55	Gruppenspezifischer Verlauf des KE – Winkels für das linke Hüftgelenk	S. 130
Abb. 56	Gruppenspezifischer Verlauf des KE – Winkels für das rechte Hüftgelenk	S. 131
Abb. 57	Gruppenspezifischer Verlauf des CCD – Winkels für das linke Hüftgelenk	S. 137
Abb. 58	Gruppenspezifischer Verlauf des CCD – Winkels für das rechte Hüftgelenk	S. 137
Abb. 59	Gruppenspezifischer Verlauf der Schenkelhalsindizes	S. 140

# Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Luxationsgrade nach Dunn und Howorth (1976)	S. 20
Tab. 2	Klassifikation der Hüftgelenksinstabilitäten nach Niethard (2001)	S. 21
Tab. 3	Hüfttypen nach Graf (1990) und Therapie	S. 22
Tab. 4	Prozentsatz der Hüftkopfnnekrosen bei verschiedenen Behandlungsmethoden	S. 24
Tab. 5	Operative Methoden zur Korrektur des Azetabulum	S. 25
Tab. 6	Beweglichkeit	S. 56
Tab. 7	Trendelenburg – Zeichen	S. 57
Tab. 8	Gehvermögen	S. 57
Tab. 9	Schmerz	S. 57
Tab. 10	Patientenurteil	S. 57
Tab. 11	Gesamtbewertung	S. 58
Tab. 12	Gesamtbeurteilung des Harris-Hip-Scores	S. 59
Tab. 13	Gesamtbeurteilung des Merle d'Aubigné und Postel – Scores	S. 59
Tab. 14	Gesamtbeurteilung des Gao- Scores	S. 61
Tab. 15	Normalwerte des AC-Winkels und Ihre Abweichungsgrade	S. 63
Tab. 16	Normalwerte des CE-Winkels und Ihre Abweichungsgrade	S. 65
Tab. 17	Normalwerte des ACM-Winkels und Ihre Abweichungsgrade	S. 67
Tab. 18	Normalwerte des CCD-Winkels und Ihre Abweichungsgrade	S. 68
Tab. 19	Normalwerte des KE-Winkels und Ihre Abweichungsgrade	S. 70
Tab. 20	Normalwerte des Schenkelhalsindex	S. 72
Tab. 21	Hüftwert nach Busse	S. 75
Tab. 22	Die Dezentrierungsstrecke	S. 75
Tab. 23	Die Nekrosegrade nach Tönnis (1984)	S. 76
Tab. 24	Die Arthrosegrade nach Tönnis (1984)	S. 76
Tab. 25	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter AC - Winkel °	S. 98
Tab. 26	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) °zu drei Messzeitpunkten für den AC - Winkel	S. 99
Tab. 27	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den AC - Winkel	S. 99
Tab. 28	Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) °für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3	S. 101
Tab. 29	Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) °für die Altersgruppe I	S. 102
Tab. 30	Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) °für die Altersgruppe II	S. 102
Tab. 31	Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) °für die Altersgruppe III	S. 103
Tab. 32	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter CE - Winkel	S. 104
Tab. 33	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) °zu drei Messzeitpunkten für den CE - Winkel	S. 105
Tab. 34	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den CE - Winkel	S. 105
Tab. 35	Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) °für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3	S. 106
Tab. 36	Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) °für die Altersgruppe I	S. 109

Tab. 37	Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe II	S. 109
Tab. 38	Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe III	S. 109
Tab. 39	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter ACM-Winkel	S. 111
Tab. 40	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den ACM - Winkel	S. 111
Tab. 41	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den ACM - Winkel	S. 112
Tab. 42	Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten T1,T2 und T3	S. 113
Tab. 43	Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe I	S. 115
Tab. 44	Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe II	S. 115
Tab. 45	Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe III	S. 115
Tab. 46	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter	S. 117
	Dezentrierungsstrecke (d)	
Tab. 47	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für die Dezentrierungsstrecke	S. 118
Tab. 48	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für die Dezentrierungsstrecke	S. 118
Tab. 49	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter Hüftwert°	S. 121
Tab. 50	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den Hüftwert	S. 121
Tab. 51	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den Hüftwert	S. 122
Tab. 52	Ergebnisse des Hüftwertes in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe I	S. 124
Tab. 53	Ergebnisse des Hüftwertes in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe II	S. 124
Tab. 54	Ergebnisse des Hüftwertes in der Gradeinteilung nach Tönnis (1984) für die Altersgruppe III	S. 125
Tab. 55	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter KE - Winkel	S. 127
Tab. 56	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den KE - Winkel	S. 127
Tab. 57	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den KE - Winkel	S. 128
Tab. 58	Ergebnisse des KE – Winkels für die Altersgruppe I	S. 129
Tab. 59	Ergebnisse des KE – Winkels für die Altersgruppe II	S. 129
Tab. 60	Ergebnisse des KE – Winkels für die Altersgruppe III	S. 130
Tab. 61	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter CCD - Winkel°	S. 132
Tab. 62	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den CCD – Winkel	S. 132

Tab. 63	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den CCD - Winkel	S. 135
Tab. 64	Ergebnisse des CCD – Winkels für die Altersgruppe I	S. 136
Tab. 65	Ergebnisse des CCD – Winkels für die Altersgruppe II	S. 136
Tab. 66	Ergebnisse des CCD – Winkels für die Altersgruppe III	S. 136
Tab. 67	Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter Schenkelhalsindex (SI)	S. 138
Tab. 68	Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den Schenkelhalsindex (SI)	S. 139
Tab. 69	Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den Schenkelhalsindex	S. 139
Tab. 70	Verteilung der Hüftkopfnekrosegrade zu den Zeitpunkten T1 und T3 für die Altersgruppen I - III	S. 141
Tab. 71	Verteilung der Arthrosegrade zum Zeitpunkt T3 für die Altersgruppen I - III	S. 142
Tab. 72	Literaturübersicht zur Varisations-Derotations-Osteotomie	S. 147

# **1. Einleitung**

## **1.1 Allgemeines und Definitionen**

Unter dem Überbegriff der angeborenen (konnatalen) Hüftreifungsstörungen werden heute diejenigen Deformitäten des Hüftgelenks zusammengefasst, die zum Zeitpunkt der Geburt zwar angelegt, aber nicht immer gleich zu erkennen sind. Sie werden als vorgeburtlich entstanden oder determiniert, aber nicht zwangsläufig als genetisch bedingt (kongenital) angesehen. Hierunter entfallen die entwicklungsbedingte Hüftgelenkdysplasie, im angloamerikanischen Sprachraum auch kurz **DDH** (**d**evelopmental **d**ysplasia of the **h**ip) genannt und die so genannte kongenitale Hüftgelenkluxation, im Englischen als **CDH** (**c**ongenital **d**islocation of the **h**ip) bezeichnet (Kliscic 1989). Abzugrenzen hiervon ist die so genannte teratologische Hüftgelenkluxation („neurologische Hüfte“), die definitionsgemäß nicht auf dem Boden eines Reifungsdefizits, sondern durch neurologische Erkrankungen entsteht. Hierzu werden die durch angeborene Lähmungen funktionell gestörten Hüftgelenke und die aufgrund von postnatalen Fehl- und Minderbelastungen als Folge neuromotorischer Störungen dysplastischen Hüftgelenke zusammengefasst. Häufig tritt dann eine Hüftgelenkluxation, kombiniert mit anderen Fehlbildungen, wie der lumbosakralen Agenesie, Myelomeningozele oder der Arthrogryposis multiplex congenita, auf. Letztendlich ist die Nomenklatur der Hüftverrenkung seit der Erstbeschreibung von Hippokrates (460-377 v. Chr.), der in seinem Werk „De articulis reponendis“ schon feststellte, dass Schulter- und Hüftverrenkungen bereits im Mutterleib entstehen können (Schimmel 1974), einem steten Wandel bzw. einer uneinheitlichen Klassifikation ausgesetzt. So wurde der Begriff der „Hüftverrenkung“ durch den Überbegriff Hüftdysplasie für das gesamte Krankheitsbild ersetzt, worin die Hüftgelenkluxation und die unterschiedlich stark ausgeprägten Pfannendysplasien genauso wie die Pathologien des proximalen Femurs eingeschlossen wurden. Lorenz (1892) prägte für die Hüftgelenkluxation, welche sich sekundär aus einer Instabilität des Gelenkes entwickelt, den Begriff der „angeborenen Hüftgelenkluxation“ (Konermann 1999). Tönnis (1984) wiederum

definierte die Hüftdysplasie als Teil einer Gradeinteilung der angeborenen Hüftluxation, wobei die Dysplasie hiernach einem instabilen, subluxierbaren Gelenk im Sinne einer Grad I – Luxation entspricht.

Im amerikanischen Sprachraum wird der Ausdruck CDH (congenital dislocation of the hip) in jüngster Zeit gänzlich durch die Bezeichnung DDH ersetzt (American Academy of Pediatrics 2000) auf Grund der Tatsache, dass die bei Geburt unauffälligen Hüftgelenke in den ersten Lebensjahren immer noch eine Dysplasie entwickeln können, die ja dann per definitionem nicht angeboren, sondern entwickelt bzw. erworben ist. Maßgeblich geprägt durch die standardisierten Ultraschalluntersuchungen von Graf (1990) kamen weitere Einteilungen hinzu. Einigkeit besteht zumindest in der Definition der einzelnen Krankheitsbilder, so beschreibt die gängige Fachliteratur die Hüftgelenkdysplasie als morphologische Abweichung von der altersentsprechenden Norm, wobei hierbei die Hüftpfanne im Sinne einer Azetabulardysplasie gemeint ist. Häufig tritt in Kombination eine Steilstellung und/oder Vorwärtsverdrehung des Schenkelhalses (Coxa valga/antetorta) auf. Zentrales Problem der dysplastischen Hüftpfanne ist die verzögerte, mangelnde oder gänzlich ausbleibende Verknöcherung insbesondere des Pfannenerkers. Daraus resultiert eine zu steile, abgeflachte und verkleinerte Last tragende Fläche, mit nach lateral verlagerten Spannungsspitzen am Pfannenerker als Ausdruck der reduzierten Gesamttragfläche.

Bei der Hüftgelenkluxation besteht entweder eine partielle (Subluxation) oder komplette (Luxation) Dislokation der Gelenkpartner, die so zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Dezentrierung des Hüftkopfes führt (Wirth 2001).

Basierend auf neueren bildgebenden Verfahren, wie z.B. der 3D CT-Untersuchung konnten Kim et. al. (1997) am eigenen Krankengut insgesamt vier verschiedene Formen der Hüftdysplasie bzw. der Azetabulardysplasie, abhängig von der Lokalisation der stärksten Dysplasie beschreiben, wobei ein sog. Typ III mit 38% in ihrem Krankengut am häufigsten vorkam und als „midsuperior deficiency“ klassifiziert wurde. Auch Doyle et. al. (1999) konnten bei ihren nachuntersuchten Patienten mit persistierenden Hüftdysplasien unterschiedliche „Azetabulumtypen“ klassifizieren, im Einzelnen werden diese als „maldirected Acetabulum“, „capacious Acetabulum“, „false Acetabulum“, „lateralized Acetabulum“ und „femoral deformity“ bezeichnet.



Im Folgenden werden unter der angeborenen Hüftreifungsstörung die so genannte congenitale Hüftgelenkluxation und die Hüftdysplasie verstanden und als eine morphologische Entität (Konermann 1999) zusammengefasst.

## 1.2 Epidemiologie

Die Hüftdysplasie hat in Mitteleuropa eine **Inzidenz** von ca. **2-4 %** (Mellerowicz 1998, Ihme 2003) und gehört damit zu den häufigsten angeborenen Anomalien des Skelettsystems. Graf (2004) beschreibt die Gesamtdysplasiequote großer zentraler europäischer Studien mit 4,69 %. Um echte Hüftgelenkluxationen handelt es sich jedoch nur in 0,2- 3 % der Fälle (Niethard 2001). Bezüglich der Häufigkeitsverteilung lassen sich geografische sowie ethnische Unterschiede feststellen. So findet sich bei Urvölkern, wie den Lappen oder den Ureinwohnern Amerikas, sowie den Eskimos eine Inzidenz von bis zu 40 % an Hüftgelenkluxationen. Auf dem Afrikanischen Kontinent, in China und Südostasien tritt das Krankheitsbild sehr selten auf (Murray 2001). Immer wieder wird in der Literatur von so genannten „Luxationsnestern“ (Niethard 2001) in Deutschland, insbesondere in Hessen, Westfalen, Schwaben oder Sachsen berichtet.

Mädchen generell sowie Kinder mit einer positiven Familienanamnese im Bezug auf Hüftdysplasien haben ein erhöhtes Dysplasierisiko. Sind beide Eltern erkrankt, so liegt das Risiko für das Kind bei 36 % (Wynne-Davies 1979).

Wird in der Literatur für die Hüftdysplasie eine annähernd homogene Geschlechtsverteilung beschrieben, findet sich bei der Hüftgelenkluxation eine Verteilung von 1:5-8 zu Ungunsten der Mädchen. Interessanterweise ist das linke Hüftgelenk häufiger betroffen. Eine mögliche Erklärung liefert Niethard: „Die Bevorzugung der linken Seite (75 %) ergibt sich aus der ersten Hinterhauptlage des Fetus, bei der das linke Hüftgelenk vor dem Promotorium (nach ventral in das Becken ragender Vorsprung) der Mutter liegt“ (Niethard, 2001, S. 623). Dass die Inzidenz- und Prävalenzangaben maßgeblich von der Untersuchungsmethode abhängig sind und sich hieraus natürlich auch erheblich differente Werte ermitteln lassen, wurde schon von zahlreichen Autoren kritisch angeführt (Tönnis 1984, Niethard 1999 und 2001, Graf 2004, Tschauer 1997).

Dies verdeutlicht auch eine Veröffentlichung von Puhan (2003), der in 49 untersuchten Studien zum Thema Hüftdysplasie eine Prävalenz mit einer Schwankungsbreite von 0,5 – 30 %, abhängig von der Definition des Krankheitsbildes ermitteln konnte.

Zurzeit wird in Deutschland im Rahmen der U2/U3 Vorsorgeuntersuchung seit dem 01.01.1996 ein Hüftscreening durchgeführt. Dieser flächendeckenden Früherkennung ist es zu verdanken, dass die angeborenen Hüftreifungsstörungen heute frühzeitig erkannt und behandelt werden können. Falliner (1998) konnte zeigen, dass an seinem Patientengut die Anzahl der entwicklungsbedingten Luxationen aufgrund der sonografischen Früherkennung der Hüftgelenksdysplasie und der daraufhin erfolgten Therapie deutlich rückläufig waren. Im bundesdeutschen Durchschnitt wird eine angeborene Hüftreifungsstörung insgesamt bei ca. 9-10 % der untersuchten Kinder festgestellt.

### 1.3 Ätiologie und Pathogenese

Allgemein anerkannt ist ein multifaktoriell beeinflusstes Entstehungsmodell der angeborenen Hüftreifungsstörung. Es werden endogene und exogene Faktoren unterschieden. Zu den **endogenen Faktoren** werden hormonelle Einflüsse gezählt. Insbesondere die von der Mutter produzierten Östrogene und die so genannten Relaxine, die ja für den „Beckenaufschluß“ verantwortlich sind, üben einen lockernden Einfluss auf den Kapselbandapparates des Feten aus (Dogonadse 1974, Novacheck 1996, Niethard 2001). Neuere Untersuchungen zeigen allerdings, dass Relaxin nicht als alleiniger Marker für instabile Hüftgelenke angesehen werden kann (Vogel et al. 1998). Andersson et al. (2002) konnten die bereits in der Literatur beschriebenen Zusammenhänge bezüglich der Östradiol-Spiegel bestätigen. So zeigte sich in dem von ihm untersuchten Patientengut eine signifikante Assoziation zwischen sonografisch instabilen Hüftgelenken bei Knaben und erniedrigten Beta-Östradiol-Spiegeln. Andererseits hatten die untersuchten Mädchen mit instabilen Hüften regelhaft erhöhte Hormonspiegel. In 20 % der Fälle wird eine familiäre Häufung beobachtet, was zum einen auf Störungen des Hormonstoffwechsels, aber

auch auf familiär gehäuft auftretende Kapsel-Band-Laxitäten zurückgeführt werden kann (Idelberger 1978, Niethard 2001).

Zu den bekannten **exogenen** Faktoren zählen mechanische Faktoren sowohl vor als auch nach der Geburt. Vorgeburtliche Einflüsse sind mechanische Störungen während der Embryonalentwicklung, z.B. bei Vorliegen einer Beckenendlage (Dega 1973, Idelberger 1959 und 1978, Ogden 1978, Tönnis 1984, Niethard 1999 und 2001). Auch beim Fruchtwassermangel (Oligohydramnion) kommt es häufiger zu Hüftreifungsstörungen (Mau 1965). Intrauterine Raumnot und damit prädisponierende Voraussetzungen finden sich gehäuft bei Erstgebärenden, Kindern in Steißlage, Zwillings- oder Mehrlingsschwangerschaften, abnormer Plazentalage und bei mütterlichem Bluthochdruck (Browne 1936, Bernbeck 1975, Tönnis 1984, Niethard 2001).

Sowohl durch mangelnde intrauterine Bewegungsfreiheit als auch durch eine ungünstige Lage können die deformierenden Kräfte am Pfannenrand konstant wirken. Zur Inkongruenz der Gelenkpartner führt letztendlich die Verflachung der Hüftpfanne, was schließlich in einer Dysplasie endet. Zu den exogenen Faktoren zählen auch alle postnatalen Störungen während der Nachreifungsphase des Hüftgelenkes. Vorzeitige Streckstellungen oder konsequente Bauchlagen führen zu einem Anstieg der Luxationsraten.

Zusammenfassend muss nochmals erwähnt werden, dass für das Zustandekommen einer Hüftreifungsstörung mehrere Ursachen infrage kommen können, welche oft in Kombination auftreten. Eine endgültige Ursache der Hüftreifungsstörung ist im Detail bis heute nicht bekannt.

Lorenz hat dies 1920 ganz treffend formuliert: „Mehr als je zuvor ist in den letzten 25 Jahren in allen die Hüftverrenkung betreffenden Fragen gearbeitet worden und dennoch ist es nicht gelungen, die letzten Ursachen dieses häufigsten aller angeborenen Leiden zu erkennen. Aber zweifellos sind wir durch erweiterte klinische Erfahrungen und vertiefte anatomische Kenntnisse der Lösung des Rätsels näher gekommen, so dass zu hoffen steht, die Theorie werde die vorausgestellte Praxis ehestens einholen, wenn wir auch vielleicht niemals imstande sein werden, den letzten Schleier des Geheimnisses zu lüften.“ (Lorenz, 1920 zitiert nach Schimmel, 1974, S. 28)

## 1.4 Pathomorphologie und Pathobiomechanik der angeborenen Hüftreifungsstörung

Die Hüftreifungsstörung mit zu steiler und/oder zu kurzer Tragfläche stellt allgemein anerkannt eine Präarthrose bzw. präarthrotische Deformität dar. Sie sollte demnach noch vor dem Eintreten der Arthrose rechtzeitig erkannt und therapiert werden. Arbeiten von Wedge und Wasylenko (1978, 1979), Cooperman et al. (1983), Weinstein (1987) und Hadley et al. (1990) verdeutlichen, wie schwere Dysplasieformen im Verlauf zur Arthrose führen können.

Nach Tschauner (1997) und Matthiessen (1993) wird das hyalinknorpelig präformierte Pfannendach bei unbehandelter Hüftreifungsstörung gleich zweifach geschädigt.

Zum einen wird es direkt mechanisch-plastisch deformiert, zum anderen kommt es durch vermehrte Scherspannungen zu globalen Wachstumsverzögerungen.

Ohne eine konzentrisch-tiefe Hüftkopfeinstellung und damit ohne Entlastung des Pfannenerkers kommt es letztendlich zur typisch abgeflachten ausgezogenen „Dysplasiepfanne“. Die mit hyalinem Gelenknorpel überzogene Gelenkfläche (Facies lunata) ist dadurch stark nach ventro-kranial-lateral geöffnet, der kraniale Anteil ist somit nicht symmetrisch über dem Hüftkopf zentriert.

Das so genannte „Containment“ (Tschauner 1997), also der Zusammenhalt des Hüftgelenkes, wird dadurch gestört. Der Hüftkopf wird zum Erkerbereich hin verdrängt, die hier einwirkenden Kräfte bewirken eine Stressreaktion, welche sich radiologisch als vermehrte Sklerosierungszone, von Pauwels (1973) als „sourcil“ (auch Pauwelsches Dreieck genannt) bezeichnet, bemerkbar macht.

Matthiessen schreibt hierzu: „Übersteigen die einwirkenden Kräfte (insbesondere Scherkräfte) eine bestimmte Grenze, wird das Wachstum gehemmt, wobei zunächst die Mineralisation (Verknöcherung) gestoppt wird“ (Matthiessen 1993, S. 12-13). Letztendlich resultiert ein circulus vitiosus, die dezentrierte Belastungszone führt zu einem vorzeitigen Wachstumsstopp, dieser zu einer Pfannendachdeformierung und somit zu einer weiteren Reduktion der knöchernen und Last tragenden Pfannenanteile, die knöchernen Kontaktstabilisatoren verlieren ihre Führung und es kommt zu einer weiteren Dezentrierung des Hüftkopfes.

Die Beanspruchungen und Kräfteverhältnisse am dysplastischen Hüftgelenk sind in der Literatur durch die Untersuchungen von Pauwels (1973), Legal (1985), Bombelli

(1985, 1995), Kummer (1985,1988, 1991), Debrunner (1975) und Tschauner (1997) eindrucksvoll beschrieben worden. Vielen biomechanischen Überlegungen dienten die Arbeiten von Julius Wolff (1892) als Grundlage.

Das nach ihm benannte „Gesetz der Transformation der Knochen“ besagt in seiner Quintessenz: Änderungen sowohl der Form und Beanspruchung eines Knochens als auch der Beanspruchung allein bewirken nach mathematisch formulierbaren Regeln folgende Umwandlungen seiner Binnenstruktur sowie sekundär seiner äußeren Gestalt (Wolf 1995).

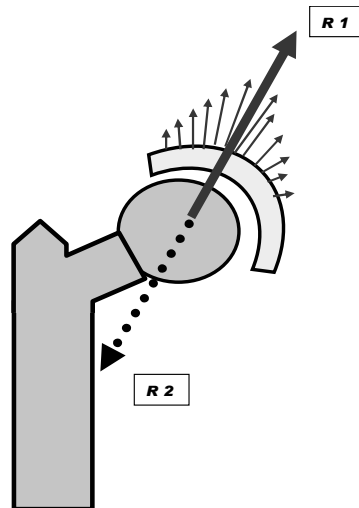
Stresskonzentration und Scherkräfte (Tangentialkomponente) im sensiblen Erkerbereich steigen mit ansteigendem Tragflächenwinkel. Je steiler die Tragfläche im dysplastischen Hüftgelenk, umso größer ist die Tangentialkomponente, die den Hüftkopf entlang dieser schiefen Ebene nach craniolateral zu verschieben versucht. Der Gelenkknorpel ist zwar in der Lage, auftretende Druckkräfte aufzufangen, Scherkräfte allerdings bewirken strukturelle Veränderungen, die im Extremfall zur Knorpeldegeneration führen können.

Nach Pauwels (1973) entsteht die Stabilität des Beckens während des Laufens oder Gehens und im Einbeinstand aus einer der Schwerkraft entgegenwirkenden muskulären Kraft. Als Belastungsparameter des Hüftgelenks kann die so genannte Gelenkresultierende als vektorielle Summe aus dem Körpergewicht und den Muskelkräften dargestellt werden. Die Hüftgelenkresultierende verläuft im Normalfall durch das Drehzentrum des Gelenkes. Kummer schreibt bezüglich der Gelenkresultierende R: „Sie ist eine theoretische Kraft, die unter der Auflage konstruiert wurde, dass sie das Gelenk ins Gleichgewicht zu setzen habe“ (Kummer, 1986, S. 180). Mit anderen Worten, sie ist die vektorielle Summe aller jener Kräfte, die benötigt werden, um das Gelenk im Gleichgewicht zu halten.

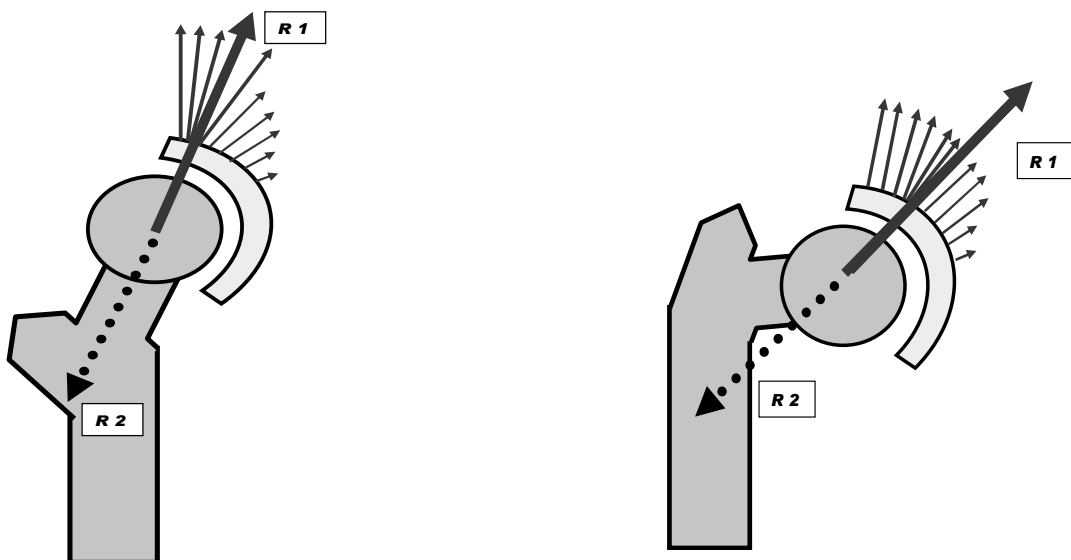
Der im Gelenk vorherrschende Druck setzt sich aus der Größe der Tragfläche und der Größe der Gelenkresultierenden zusammen.

Nach Bergmann (2004) kann dieser Gelenkdruck ( $p$ ), extrem vereinfacht, nach der Formel  $p = F/F_l$  abgeschätzt werden, wobei  $F$  als Kontaktkraft im Hüftgelenk und  $F_l$  als Tragfläche definiert sind. Der auf den Gelenkknorpel lastende Druck wird demnach umso größer, wenn sich die Gelenkkraft erhöht oder die Gelenkfläche verringert. Trifft die Gelenkresultierende die Gelenkfläche mittig, so liegt der Idealfall einer gleichmäßigen Druckverteilung vor. Eine asymmetrische Druckverteilung entsteht bei der dysplastischen Hüftpfanne und exzentrischer Lage der

Gelenkresultierenden. In Abbildung 1 sind die Kräfteverhältnisse am normal entwickelten Hüftgelenk dargestellt. Abbildung 2 zeigt die Situation bei Valgus- und Varusdeformität. Als R1 ist die Gelenkresultierende bezeichnet, R2 kennzeichnet die Gegenkraft. Die schwarz gefärbten Pfeile markieren die Druckbelastung der Hüftpfanne.



**Abb.1:** Vereinfachte Darstellung der Gelenkresultierenden (R1) und ihrer Gegenkraft (R2) am normal entwickelten Hüftgelenk sowie der Druckbelastung am Azetabulum (kleine schwarze Pfeile)



**Abb.2:** Vereinfachte Darstellung der Gelenkresultierenden (R1) und ihrer Gegenkraft (R2) sowie der Druckbelastung am Azetabulum (kleine schwarze Pfeile) am dysplastisch entwickelten Hüftgelenk bei Valgus- (links) und Varusdeformität (rechts)

Die Abbildungen 1 und 2 sollen außerdem das von Brinckmann et al. (1980) entwickelte Modell zur Druckverteilung in Kugelgelenken verdeutlichen. Bei einem vollständig überdachten Gelenk liegt das Druckmaximum beim Durchstoßpunkt der Kraft R1. Bei einem unvollständig überdachten Gelenk (Abb. 2) verschiebt sich das Druckmaximum zum Pfannenerker hin.

Zusätzliche präarthrotische Potenz versteckt sich in Deformitäten der Transversalebene, dies können sowohl einzeln als auch kombiniert Fehlstellungen des Schenkelhalses (Ante- bzw. Retrotorsion) oder der Hüftpfanne (Ante- bzw. Retroversion) sein (Tönnis 1997). Anhand der pathobiomechanischen Vorüberlegungen lassen sich praktische Konsequenzen für gelenkerhaltende Korrektur Eingriffe ableiten. Ziel einer jeden Korrektur muss letztendlich die Wiederherstellung der normalen dreidimensionalen Anatomie des Hüftgelenkes sein bzw. die Wiederherstellung des Containments und damit eine möglichst gleichmäßig große Kraftübertragung (Tschauner 2004).

## **1.5 Symptome der unbehandelten Hüftreifungsstörung**

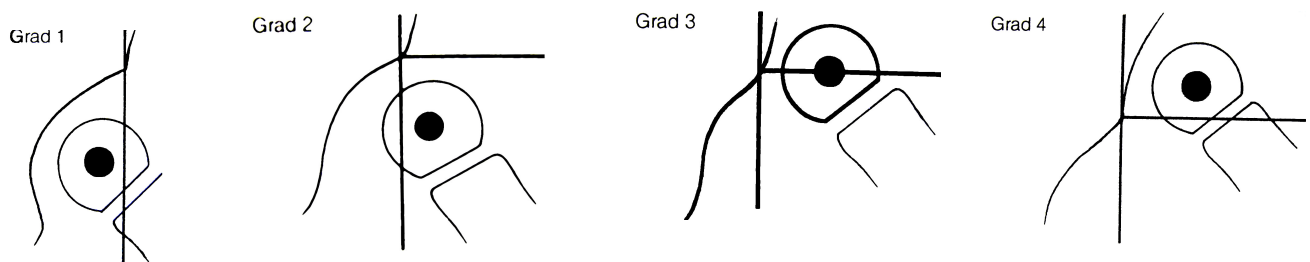
Der Symptomenkomplex der unbehandelten Hüftreifungsstörung ist gekennzeichnet durch eine langsame Progredienz. Lange Zeit, meist bis zum Wachstumsabschluss oder aber auch bis zum jungen Erwachsenenalter, sind die Patienten häufig beschwerdearm oder sogar beschwerdefrei. Typische Symptome sind dann allerdings Schmerzen, häufig lokalisiert über dem Trochanter major, im Bereich der Muskulatur, speziell über dem M. gluteus medius, M. tensor fascia lata oder den Abduktoren oder als fortgeleiteter „hüftferner“ Schmerz im Bereich des Kniegelenkes. Durch die Fehlstellung des Femurkopfes kommt es im Bereich der Abduktoren zu Ermüdungsschäden im Sinne von Überlastungsschäden.

Nach Tschauner (1997) sind Schwäche- oder Instabilitätsgefühle im Hüftgelenk (giving-way), belastungsabhängiges oder auch belastungsunabhängiges Hinken sowie die Labrumsymptomatik in Form von einschließenden Schmerzattacken, teilweise mit Einklemmungsphänomenen, typisch. Das Endstadium besteht dann häufig aus den klassischen Arthrosebeschwerden, wie diffuser Leistenschmerz,

schmerzbedingte Bewegungseinschränkung, Steifigkeitsgefühlen, Myalgien, Insertionstendopathien, Anlauf- und Ermüdungsschmerz, chronische Reizerscheinungen (chron. Synovitis) mit Übergang in Ruheschmerzen und Schmerzhinken.

## 1.6 Einteilungen der angeborenen Hüftreifungsstörungen

Nach der Definition des „Arbeitskreises für Hüftdysplasie“ der DGOT (Tönnis 1985) werden anhand von a.p- Beckenübersichtsaufnahmen, abhängig von der Lage des Hüftkopfkerns, vier Luxationsgrade unterschieden.



**Abb. 3:** Die Luxationsgrade nach Tönnis (1985),  
(Aus: Konermann W., Gruber, G., Tschauner, C. (Hrsg.): Die Hüftreifungsstörung, Steinkopff-Verlag, 1999, S. 31 )

Die einzelnen Luxationsgrade definieren sich wie folgt.

Befindet sich der Knochenkern medial der Senkrechten durch den Pfannenerker, handelt es sich um Grad eins, liegt er lateral der Senkrechten und kaudal des Pfannenerkers, liegt Grad zwei vor, ist der Kopfkern in Höhe des Pfannenerkers bzw. kranial davon, handelt es sich um Grad drei oder vier. Neben dieser radiologischen Einteilung nach Tönnis, die aus der Abbildung 3 hervorgeht, existiert die Einteilung der Hüftluxation nach Dunn und Howorth (1976).

Tab.1: Luxationsgrade nach Dunn und Howorth (1976)	
Luxationsgrade	Definition
Grad 1	Instabiles, subluxiertes Gelenk
Grad 2	Subluxiertes Gelenk
Grad 3	Komplette Luxation



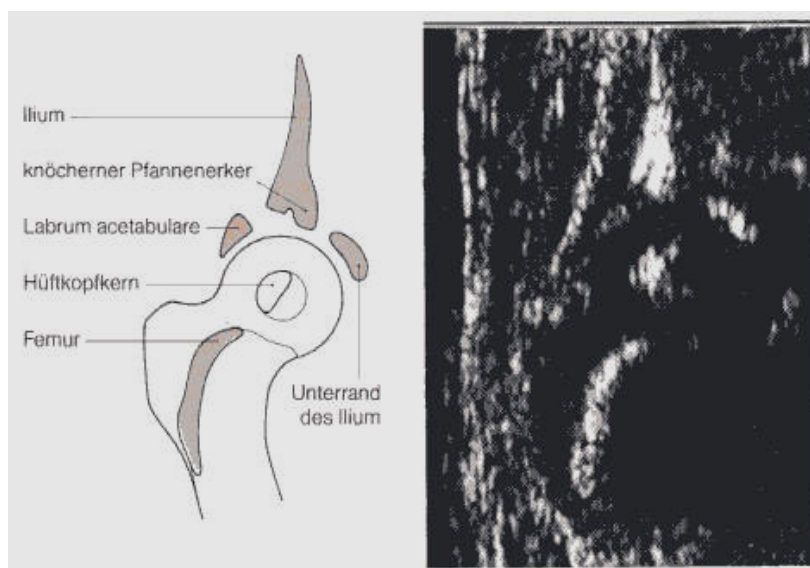
Die Klassifikation der Hüftgelenkinstabilität nach Niethard, welche in Tabelle 2 abgebildet ist, berücksichtigt dagegen den klinischen Status des Gelenkes.

**Tab.2: Klassifikation der Hüftgelenksinstabilitäten nach Niethard (2001)**

- dislozierte, irreponible Hüften (Tastuntersuchung)
- dislozierte, reponible Hüften (Roser-Ortolani -und Barlow – Zeichen positiv)
- subluxierbare Hüften (Roser – Ortolani - Zeichen positiv)
- dislozierbare Hüften (Barlow – Zeichen positiv)
- klickende Gelenke (Geräusch ohne Instabilität)

Nach Graf (2004) sollten in der heutigen Terminologie die Begriffe „Luxation“ und „Subluxation“ durch „zentriert“, bzw. „dezentriert“ ersetzt werden und damit der sonographischen Differenzierung Rechnung getragen werden. Der Begriff „subluxiert“ ist nach ihm bestenfalls bei der klinischen Untersuchung zulässig.

Durch die Definition standardisierter sonographischer Schnittebenen wurden nach Graf (1990) unter Einbeziehung der 3 „Landmarken“ Os ilium, Pfannendachmitte und Labrum acetabulare insgesamt vier Haupttypen klassifiziert. Je nach morphologischer Variante werden diese Haupttypen weiter unterteilt.



**Abb. 4: Normale Sonoanatomie der Säuglingshüfte**  
(aus:<http://www.ebenhoehdr.com/Schulterseite/Huftdysplasie/huftdysplasie.html> )

## 1.7 Konservative Therapieoptionen und Indikation zur operativen Korrektur der Hüftreifungsstörung

Seit der Einführung des Ultraschallscreenings kann eine Therapie frühestmöglich eingeleitet werden. Dadurch konnte die Anzahl der zu spät erkannten Dysplasien deutlich gesenkt werden. Das Ziel einer jeden Therapie muss sein, eine pathologische Deformität wieder in eine altersentsprechende korrekte Form zu überführen, wobei Ossifikationsstörungen der Hüftpfanne oder eine Hüftkopfnekrose möglichst vermieden werden sollten (Rössler 2000). Allgemein anerkannt ist der Beginn einer Therapie, dieser sollte um die 4. Woche, spätestens zu Beginn der 6. Woche liegen (Graf 2004). Je nach Hüfttyp (siehe Tab. 3.) erfolgt die angepasste Therapie. Die dezentrierten (dislozierten) Gelenke (Typ D, III und IV nach Graf) müssen reponiert werden, dies geschieht entweder durch eine Extensionsreposition (overhead-traction) oder mittels **Repositionsothesen**. Bei dislozierten, aber gut reponiblen Hüftgelenken ist die Pavlik-Bandage die Therapie der Wahl. Liegen Abspreizbehinderungen durch muskuläre Kontrakturen vor und ist somit die Reposition des Hüftkopfs erschwert, so sollten krankengymnastische Übungsbehandlungen auf neurophysiologischer Basis (Vojta-Therapie) der Repositionsbehandlung vorangehen. Strukturelle Kontrakturen erfordern gelegentlich vor der Reposition eine Adduktorenentomie.

**Tab.3: Hüfttypen nach Graf (1990) und Therapie (LW = Lebenswoche)**  
(aus: Krämer, 1993, S. 267-268)

Hüfttyp	Knöcherne Formgebung	Knöcherner Erker	Knorpelrig präformiertes Pfannendach	$\alpha$ - Winkel	$\beta$ - Winkel	Therapie
I (jedes Alter)	gut	eckig/stumpf	übergreifend	$> 60^\circ$	Ia $<55^\circ$ Ib $>55^\circ$	Keine Therapie
IIa (plus) <12 LW	ausreichend	rund	übergreifend	$50-59^\circ$	$>55^\circ$	Keine Therapie
IIa (minus)	mangelhaft	rund	übergreifend	$50-59^\circ$	$>55^\circ$	Abspreiz- behandlung und Kontrolle
>12 LW II b	mangelhaft	rund	übergreifend	$50-59^\circ$	$>55^\circ$	Abspreiz- behandlung und Kontrolle
>12 LW IIc	hochgradig mangelhaft	rund bis flach	noch übergreifend	$43-49^\circ$	$>77^\circ$	Abspreiz- behandlung

(jedes Alter) IIId	hochgradig mangelhaft	rund bis flach	verdrängt	43-49°	>77°	und Kontrolle Reposition und sichere Fixierung
(jedes Alter) IIIa	schlecht	flach	nach cranial verdrängt, ohne Strukturstörung	<43°	>77°	Reposition und sichere Fixierung
IIIb	schlecht	flach	nach cranial verdrängt, mit Strukturstörung	<43°	>77°	Reposition und sichere Fixierung
IV	schlecht	flach	nach medio-caudal verdrängt	<43°	>77°	Reposition und sichere Fixierung

Instabile Hüftgelenke oder Zustände nach Reposition müssen in korrekter Position eine Retention erfahren. Dies sollte in einer Sitz –Hock-Stellung erfolgen (sog. Sitz – Hock – Gips nach Fettweis 1992) oder mittels Retentionsorthesen (z.B Düsseldorf – Spreizschiene). Kann eine zentrale Einstellung des Hüftkopfes aufgrund struktureller Hindernisse nach vier bis sechs Wochen nicht erfolgen, so ist eine offene Reposition des Hüftkopfes notwendig. Danach sollte sich eine Retentionsbehandlung, die der bei geschlossener Einstellung entspricht, anschließen (Rössler 2000).

Ziel der Retention muss sein, den Hüftkopf in zentraler Position zu halten und somit Zeit für die Ausheilung der Sekundärveränderungen zu gewinnen. In der Retentionsphase kommen Spreizhosen oder auch Spreizschienen zum Einsatz. Jedes Hüftgelenk sollte im Abstand von 4 Wochen sonographisch kontrolliert werden. Entscheidend für die Therapie ist der korrekte und ausreichend lange Sitz der Orthese. Dies ist maßgeblich von der Compliance der Eltern abhängig, sodass bei Unsicherheiten frühzeitig ein Gipsverband angelegt werden sollte. Als Faustregel für die Behandlungsdauer gilt: sie ist ca. doppelt so lang wie das Alter des Patienten bei Behandlungsbeginn (Niethard 2001).

Bei allen konservativen Behandlungskonzepten macht man sich das rasche Wachstum während der ersten zwei Jahre zunutze. Wird in dieser Zeit keine optimale Wiederherstellung der Anatomie erreicht, so ist eine konservative Therapie nicht mehr sinnvoll. Komplikationen der konservativen Therapie können sich in Form von Durchblutungsstörungen, als Hüftkopfnekrose bemerkbar machen. In der Literatur finden sich je nach untersuchtem Patientenkollektiv unterschiedliche Angaben. So gibt Hefti (1997) für die Retention mittels Gips nach Fettweis eine Nekroserate von

2 %, nach Behandlung mit der Pavlik-Bandage 7 % an. In einer Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftdysplasie DGOT konnte Tönnis (1978, 1982,1985) die in Tab. 4 dargestellten Nekroseraten herausfiltern

**Tab.4: Prozentsatz der Hüftkopfnekrosen bei verschiedenen Behandlungsmethoden**  
(aus: Tschauner, 1999, S. 394)

Methoden	Nekrosen %	Zahl der Gelenke n
Spreizhose	0.7	274
Pavlik-Bandage	0	90
Pavlik – Bandage +Spreizhose	1.5	67
Fettweis-Gips	5.0	238
Fettweis – Gips +Spreizhose	4.8	63
Fettweis –Gips+Lorenz-Schiene	2.7	148
Fettweis - Gips + Düsseldorf	7.2	195
Spreizschiene		
Extensionsreposition + Lorenz-Schiene	3.3	30
Extensionsreposition + Lorenz-Gips + Schiene	20.0	35
Extensionsreposition+Düsseldorf Spreizschiene	6.7	135
Düsseldorf Spreizschiene	0	25

Eine Indikation zur operativen Behandlung besteht ganz allgemein bei Störungen des Gelenkschlusses, Störungen der Gelenkform (Deformität) sowie Störungen der Gelenkfunktion. Die operative Reposition bei Luxation oder Subluxation ist immer dann indiziert, wenn die konservativen Behandlungsmethoden ausgeschöpft sind. Bleibt eine Zentrierung des Hüftkopfes oder ein Nachreifen der Hüftpfanne bei der Hüftdysplasie aus, so sollte bei beschränkten Wachstumsreserven bis zum sechsten Lebensjahr die Indikation zur Operation gestellt werden (Niethard 2001). Zur Wiederherstellung der Gelenkanatomie sind vielfältige operative Korrekturmöglichkeiten bekannt, die sich nach dem Grad der Dysplasie und dem Patientenalter unterschiedlich gut eignen.

## 1.8 Überblick über die gängigen OP-Verfahren zur Korrektur der angeborenen Hüftreifungsstörung

Gelenkverbessernde Operationen können grundsätzlich am Oberschenkel oder am Becken vorgenommen werden. Bei kombinierten Deformitäten von Hüftkopf und Hüftpfanne kommen auch komplex korrigierende Kombinationseingriffe zum Einsatz. Voraussetzung sollte eine erkennbare tiefe Einstellung des Hüftkopfes in der Hüftpfanne sein. Im Zweifel kann präoperativ mittels MRT, CT oder Arthrographie entschieden werden, ob eine Reposition des Hüftkopfes erforderlich ist (Jani et al. 1999). Femurosteotomien werden entweder intertrochantär, subtrochantär oder am Trochanter major direkt als Trochanterversetzung durchgeführt. Sie können als Valgisations-/Varisations-/Extensions-/Flexions- oder Rotationsosteotomie erfolgen. Zu den Operationen am Becken zählen die in Tab. 5 nach Staheli (1990) aufgeführten Methoden. Detailliert wird in einer kurzen Übersicht auf die Beckenosteotomien nach Salter (1961), Chiari (1955) und Tönnis (1979), die Azetabuloplastiken nach Dega (1964) und Pemberton (1965) sowie die periazetabuläre Osteotomie nach Ganz (1988) eingegangen. Ausführlicher werden die Femurosteotomien, speziell die Derotationsvarisierungsosteotomie, in der Methode nach Bernbeck (1949) vorgestellt.

**Tab.5: Operative Methoden zur Korrektur des Azetabulum (nach: Staheli ,1990, S. 111)**

Kapsuläre Arthroplastik	Chiari - Osteotomie (1953) Shelf - Operation	
Reorientierende Beckenosteotomien	Einfache Beckenosteotomie	Salter (1961) Millis und Hall (1979)
	Zweifache Beckenosteotomie	Hopf (1966), Sutherland und Greenfield (1977)
	Dreifache Beckenosteotomie	LeCoer (1965), Hopf (1966), Steel (1973), Tönnis (1979), Kotz (1989)
Periartikuläre Osteotomien	Azetabuloplastiken	König (1891), Albee (1915), Jones (1920), Spitzzy (1923), Dega (1964), Pemberton (1965), Wagner (1965), Eppright (1975); Ganz (1988), Yano (1990)

### 1.8.1 Die „Innominate Osteotomy“ nach Salter

Bei der Beckenosteotomie nach Salter (1961), auch „einfach“ - Beckenosteotomie genannt, wird das Becken knapp oberhalb der Hüftpfanne quer durchmeißelt, der distale Teil inklusive Azetabulum wird nach distal über den Femurkopf gebogen, das Sitzbein weicht nach hinten aus, die Fixierung erfolgt mittels Knochspan und Kirschnerdrähten. Somit wird angestrebt, den Defekt in den vorderen und oberen Anteilen der Hüftpfanne durch eine Verlagerung der Pfanneneingangsebene zu schließen und dadurch die Tragfläche des Hüftgelenkes zu vergrößern, der AC-Winkel wird verkleinert.

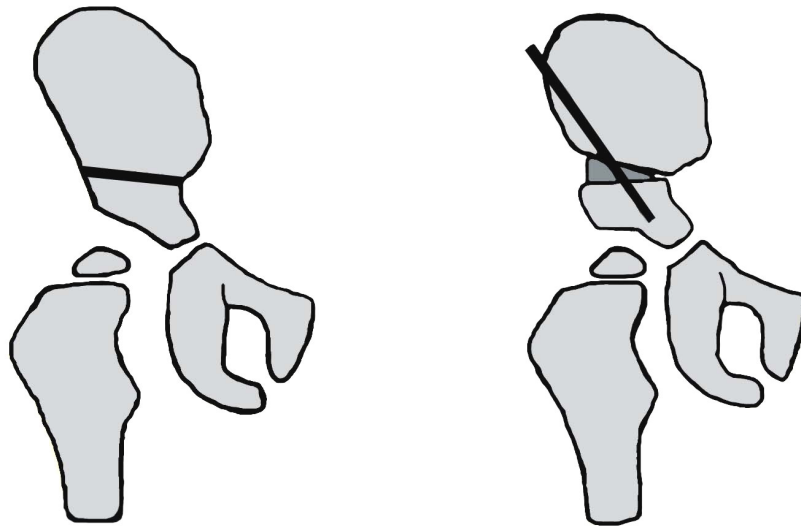
Drehpunkt des Fragmentes ist die Symphyse. Der hyaline Knorpel des Azetabulums bleibt erhalten, die Belastungsfläche ist somit knorpelig und nicht knöchern, wie dies z. B. bei der Beckenosteotomie nach Chiari der Fall ist.

Vorbedingungen für eine erfolgreiche Osteotomia innominata sind eine vollständige Reposition des Femurkopfes, eine Kongruenz zwischen den Gelenkflächen sowie eine gute Hüftbeweglichkeit.

Die Indikation für die Osteotomie nach Salter wird im Alter zwischen zwei und acht Jahren gestellt. Einige Autoren, so z.B. Hefti (1997), führen eine Osteotomie in dieser Art auch bei Kindern unter zwei Jahren durch, sofern sehr kleine Pfannenverhältnisse vorliegen und eine Nachreifung ausbleibt. Vor dem 18. Lebensmonat hält auch Salter selber die Indikation für nicht gegeben.

Insgesamt wurden international gute Langzeitergebnisse mit dieser Methode beobachtet (Dutoit et al. 1989, Moulin et al. 1988, Saleh et al. 1995, Mc Carthy et al. 1996, Huang und Wang 1997).

Postoperativ erfolgt in der Regel eine Ruhigstellung im Gips (Becken-Bein-Fuß) für sechs Wochen in leichter Flexion und Abduktion. Sobald der durchtrennte Knochen fest zusammengeheilt ist, kann das Osteosynthesematerial wieder entfernt werden. Zunächst erfolgen vorsichtige aktive Bewegungsübungen. Bis ein guter Bewegungsumfang erreicht wird, ist eine Teilbelastung an Krücken indiziert. Nachteilig sind die fehlende Medialisierung des Femurkopfes und eine eventuelle Druckerhöhung im Gelenk. Bei Pfannendachwinkeln über 35° stößt die Methode nach Salter an ihre Grenzen, hier kann eine bogenförmige Beckenosteotomie nach Chiari erfolgen.



**Abb. 5:** Die Beckenosteotomie nach Salter (modifiziert nach Hefti, 1997, S. 196)

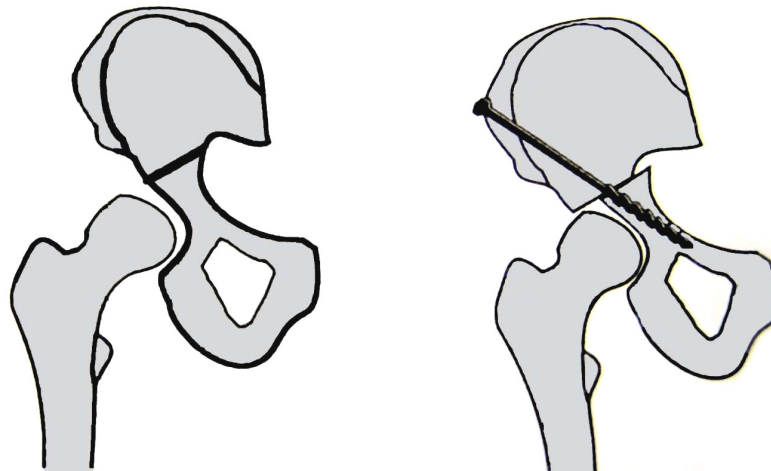
### **1.8.2 Die Beckenosteotomie nach Chiari**

Bei dieser Methode werden das Os ilium auf Höhe des Pfannenerkers schräg nach medial ansteigend osteotomiert und der proximale Teil des Os ilium nach lateral über den Femurkopf verschoben. Das neue Pfannendach wird somit durch die von der Gelenkkapsel abgedeckte Schnittfläche gebildet. Das Pfannendach besteht, wie schon erwähnt, aus Knochen und nicht aus Knorpel. Im Idealfall bildet sich aus eingeklemmtem Kapselmateriel ein faserig-knorpeliger Azetabulumteil um. Vor Etablierung der Triple- und Periazetabulären Osteotomien galt die Osteotomie nach Chiari vor allem bei schweren Hüft dysplasien und leichten oder auch intermediären Subluxation ab dem vierten Lebensjahr als geeignet. Hoegh (1987), Lack et al. (1991) oder Windhager et al. (1991) berichten über mittelfristig zufrieden stellende Ergebnisse mit dieser Methode.

Vorteile der Chiari-Osteotomy liegen in einer Vergrößerung der Gesamtfläche des Azetabulums und in der Tatsache, dass auch bei nicht sphärischem Hüftkopf operiert werden kann.

Allerdings können bei Beschädigung der Wachstumszone im Erkerbereich Deformitäten durch Minderwuchs in diesem Bereich entstehen, der so genannte „Anti-Chiari-Effekt“ (Hefti 1997) ist dann die Folge.

Nach Debrunner (1990) und Jani (1999) ist diese Methode bei Kindern im Wachstumsalter ungeeignet und sollte heute nur noch bei Adoleszenten und jungen Erwachsenen bei Arthrosebeschwerden zum Einsatz kommen. Die Fixierung erfolgt mittels Kirschnerdrähten oder als Schraubenosteosynthese, postoperativ schließt sich eine Ruhigstellung im Becken-Bein-Fuß-Gips an.



**Abb. 6:** Die Beckenosteotomie nach Chiari (modifiziert nach Hefti, 1997, S. 201)

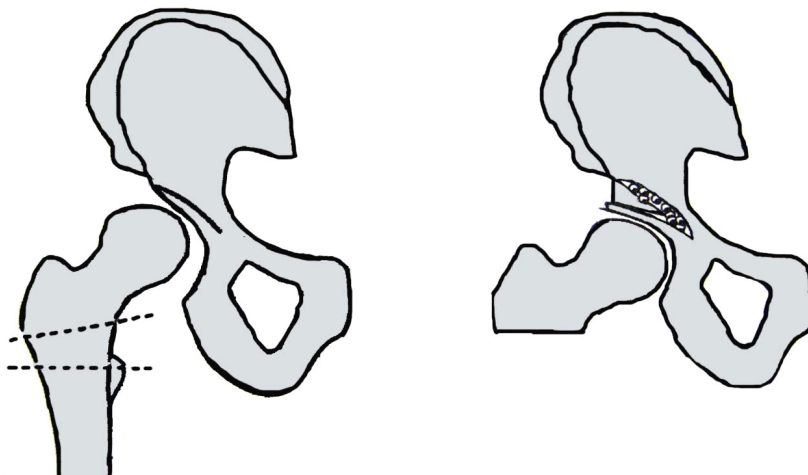
### **1.8.3 Die Azetabuloplastiken**

Die Azetabulumplastiken kommen als einfache, unikortikale Plastiken, bei denen das Azetabulum von medial nach lateral gebogen wird, als Plastik nach Dega sowie als komplexe, bikortikale Plastik, bei der mit einer unvollständigen Iliumosteotomie das Azetabulum in drei Ebenen verlagert wird, vor (Duparc 2005).

Allgemein wird eine kurvenförmige Osteotomie ca. 1-1,5 cm oberhalb des Azetabulums mit Richtung auf die Y-Fuge durchgeführt. Diese Osteotomie wird allerdings im Gegensatz zu den Beckenosteotomien nicht vollständig durchgeführt, der mediale Anteil bleibt bestehen. Das gelöste Fragment kann dann je nach Defekt entsprechend weit nach unten verbogen werden. Nach Einsetzen eines Knochenkeils wird das Azetabulum in Richtung Hüftkopf verlagert und so fixiert. Die Y-Fuge ist somit der Drehpunkt bei dieser Osteotomie. Die primären Korrekturmöglichkeiten sind hier größer als bei der Salter-Osteotomie, durch



Verletzungen der Y-Fuge kann es aber zu ausgeprägten Wachstumsstörungen kommen (Jani 1999). Hauptindikationen sind heute zu flache oder stark entrundete Hüftpfannen, wobei die Technik den Ausgangsgegebenheiten angepasst wird. Je nach dem Ort der Deformität wird das Azetabulum entweder weiter nach lateral oder ventral heruntergeklappt. Die obere Altersgrenze für die Azetabuloplastiken wird durch den Schluss der Y-Fuge gesetzt.



**Abb. 7:** Das Prinzip der Azetabuloplastik (modifiziert nach Hefti, 1997, S.197)

### **1.8.3.1 Die Azetabuloplastik nach Dega (1964)**

Die heute gebräuchliche Technik der Azetabuloplastik stammt von Dega. Hierbei wird eine halbkreisförmige Osteotomie bis an die Incisura ischiadica durchgeführt. Das Pfannendach wird dann nach lateral und ventral verbogen und so nach unten gebracht und in seiner Neigung verändert, Drehpunkt hierbei ist die belassene mediodorsale Kortikalisecke an der Incisura ischiadica. Abschließend wird ein bikortikales Transplantat aus dem Beckenkamm in die offene Osteotomie eingesetzt und fixiert. Coleman (1974) konnte eine nachweisbare Effektivität für die Azetabulumplastiken allgemein vor dem sechsten Lebensjahr beschreiben. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Grudziak (2001). Angaben in der Literatur über Hüftkopfnekroseraten finden sich je nach Modifikation oder Kombination der Dega-Osteotomie mit Eingriffen am proximalen Femur sehr unterschiedlich, so geben

Schulze et al (1981) eine Hüftkopfnekroserate von 4 % an, Graßhoff et al. (2003) beobachteten bei ihrem Krankengut nach modifizierter Dega-Osteotomie 9,6 % Hüftkopfnekrosen. Heutzutage wird die Indikation im Alter von 18 Monaten bis acht Jahren gestellt sowie bei ausgeprägten Pfannendysplasien mit Subluxation des Hüftkopfes (Niethard 2001). Als Kontraindikationen gelten nicht zentrierbare Gelenke (Duparc 2005). Postoperativ sollte eine Immobilisation für ca. vier-sechs Wochen mit anschließenden krankengymnastischen Übungsbehandlungen erfolgen.

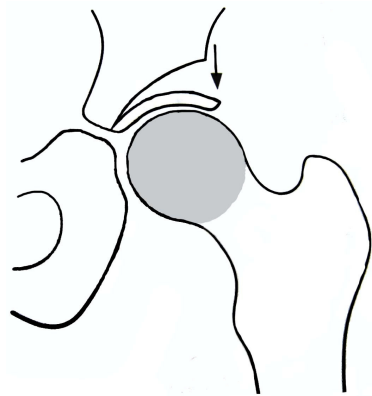


**Abb. 8:** Das Prinzip der Azetabuloplastik nach Dega (modifiziert nach Niethard, 2001, S. 432-445)

### **1.8.3.2 Die Azetabuloplastik nach Pemberton (1965)**

Hierbei erfolgt die Osteotomie unmittelbar perikapsulär am Pfannendach. Die Iliumosteotomie sollte gesondert an jeder Kortex erfolgen. Die Osteotomie beginnt zunächst an der lateralen, also äußeren Kortikalis direkt oberhalb der Spina iliaca anterior inferior und verläuft dann ca. 5mm nach dorsal parallel zum Oberrand des Azetabulums. Die innere Kortikalis wird in derselben Art durchtrennt, wobei man wieder an der Spina iliaca anterior inferior beginnt. Die Osteotomie sollte jeweils mit gekrümmten Meißeln erfolgen. Das dysplastische Hüftgelenk wird dann um einen in der Y-Fuge gelegenen Drehpunkt, je nach Deformität, nach ventral und lateral über den Hüftkopf geschwenkt. Hierdurch soll bei einem durchschnittlichen Kind ein ca. zwei cm großer Spalt entstehen. Abschließend wird erneut ein bikortikales Transplantat aus dem Os ilium in die Osteotomie eingesetzt. Von Duparc (2005) wird

ein Operationsoptimum im Alter von zwei-acht Jahren oder 10 Jahren angegeben. Pemberton selber beschreibt die untere Altersgrenze mit 12 Monaten, die obere mit 10-14 Jahren. Coleman (1974) empfahl, die perikapsuläre Osteotomie bis zum Alter von sechs Jahren vorzunehmen, da mit zunehmendem Alter die Flexibilität der Y-Fuge und damit die Drehbarkeit nachlassen würden (Duparc 2005).



**Abb. 9:** Das Prinzip der Azetabuloplastik nach Pemberton (modifiziert nach Jani, 1999, S. 451)

#### **1.8.4 Die Triplesoteotomie nach Tönnis (1979)**

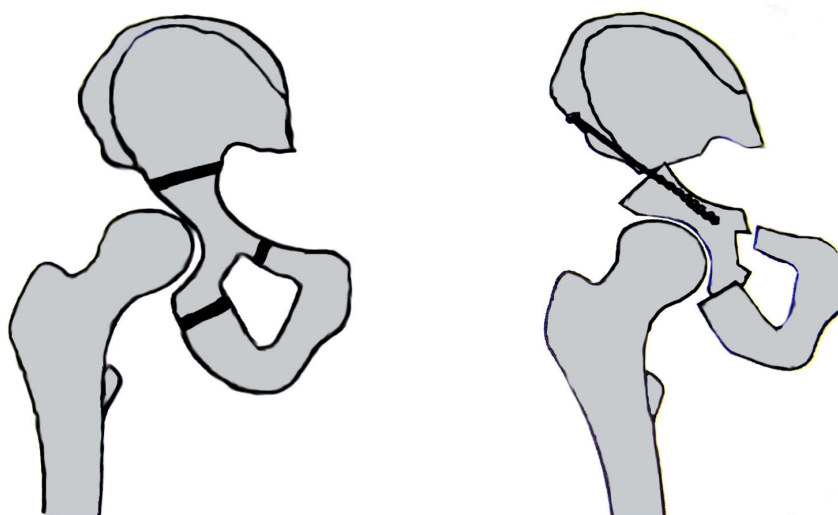
Grundlage aller Tripleosteotomien ist die vollständige Durchtrennung von Os ilium, ischii und pubis. LeCoer (1965) beschrieb als erster diese Osteotomieart, welche im Laufe der Zeit etliche Modifikationen erfuhr. Ziel der Modifikation nach Tönnis war, die Knochen möglichst nahe dem Azetabulum zu durchtrennen. In einem ersten Operationsschritt wird zunächst in Bauchlage das Os ischii, lateral der Spina ischiadica, beginnend bis zum Foramen obturatorium, durchtrennt. Im zweiten Schritt erfolgt dann die Osteotomie in Rückenlage des Os pubis und Os ilium. Die Durchtrennung des Os pubis sollte im Anschluss möglichst nahe am Hüftgelenk, tangential zum Azetabulum und medial der Femoralgefäße ausgeführt werden. Von lateral-kränial nach kaudal-medial wird dann das Os ilium durchmeißelt, wobei, bevor die Durchtrennung erfolgt, z.B. ein Steinmann-Nagel quasi als Haltegriff ca. ein cm oberhalb des Pfannendaches und ca. eineinhalb cm distal der geplanten Osteotomie eingebracht wird. Nachdem das Azetabulumfragment so vollständig mobilisiert

wurde, kann es mit Hilfe des Steinmann-Nagels entsprechend des Korrekturwunsches unter Bildwandlerkontrolle eingestellt werden. Die Fixierung erfolgt im Anschluss z.B. mit Kirschner-Drähten, welche fächerförmig vom Beckenkamm eingebracht werden und die für drei-vier Monate belassen werden.

Die Osteosynthesetechniken wurden ständig weiterentwickelt, nach anfänglicher Fixierung mittels Kirschner-Drähten und anschließender Ruhigstellung im Beckenbeingips konnte im Verlauf auf eine Gipsruhigstellung gänzlich verzichtet werden. In einigen Kliniken werden zusätzlich Drahtcerclagen (Tönnis 1988) z.B. für die Stabilisierung der Schambeinosteotomie eingesetzt.

Zur Fixierung kommen auch Spongiosazug- und Stellschrauben zum Einsatz.

Als wichtigste Komplikation gilt eine Verletzung des N. ischiadicus, der großen Gefäße, des N. femoralis und eine Nekrose des Azetabulum durch Verletzung der A. obturatoria. Als häufigste Komplikationen gelten die Überkorrektur bzw. die Fehlrotierung des Azetabulums (Hefti 1997) und hierbei besonders ein zu starker Lateralschwenk mit fortzeitiger Arthrose (Tönnis 1988). Wie schon erwähnt, ist die Gelenkkongruenz eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen der Methode, Störungen des Containments können durch Umstellungsosteotomien vor oder zeitgleich mit der Beckenosteotomie korrigiert werden.



**Abb. 10:** Das Prinzip der Tripleosteotomie (modifiziert nach Hefti, 1997, S. 198)

### **1.8.5 Die periazetabuläre Osteotomie nach Ganz (1988)**

Bei dieser Operationsmethode wird das Azetabulum vorsichtig herausgemeißelt, ohne dass es zu einer vollständigen Durchtrennung der Hüftknochen kommt. Es werden Os ilium und Os ischii nicht völlig durchtrennt, sondern durch eine dorsale Osteotomie verbunden. Im Gegensatz zu der Tripleosteotomie erfolgt die Methode nach Ganz lediglich über einen ventralen Zugang. Da die Osteotomie die Y-Fuge durchkreuzt, kann sie nur nach Wachstumsschluss angewendet werden. Das so mobilisierte Azetabulum kann, wie bei der Methode nach Tönnis, in alle Richtungen bewegt und über den Hüftkopf in Position gebracht werden. Da der dorsale Beckenring intakt bleibt, bleibt auch die Primärstabilität des Beckens unberührt (Krauspe 1999). Die Stabilisierung erfolgt durch ähnliche Osteosynthesetechniken wie bei der Dreifachosteotomie nach Tönnis, mit entsprechenden postoperativen Belastungsschemen. Ganz selber empfahl noch eine Immobilisation im Gipsverband.

### **1.8.6 Historische Entwicklung der Femurosteotomien**

In der Literatur wird der Amerikaner Barton als erster angegeben, der am 22. November 1826 eine korrigierende Femurosteotomie durchführte. In Deutschland war es wohl Mayer, der 1839 Femurosteotomien bei rachitischen Fehlstellung vornahm. Im europäischen Raum ist Gant zu erwähnen, der 1872 erstmals über hüftgelenknahe Osteotomien berichtete. Kirrison führte 1894 subtrochantäre Osteotomien bei veralteten Hüftluxationen durch und versuchte, so nicht nur die Fehlstellung, sondern auch eine Dysplasie funktionell zu behandeln. Weiterentwicklungen kamen von Baeyer (1918), Lorenz (1919) und Schanz (1921). Alle drei versuchten zum einen, das muskelmechanische Gleichgewicht wiederherzustellen, und zum anderen, eine Abstützung am Becken zu erreichen, die Methoden unterschieden sich in der Höhe der Osteotomien.

Fand zunächst die Methode nach Schanz als operative Behandlung der veralteten Hüftluxation allgemeine Anerkennung, so wurde später auch Kritik laut. Scherb und

Francillon traten (1922 und 1934) eher für eine hochdiaphysäre Osteotomie ca. 15 cm unterhalb der Trochanter major-Spitze ein. Eine schräge Osteotomie in der Intertrochantärenregion schlug McMurray 1936 vor. Er erhoffte sich durch eine Medialisierung des Femurschaftes eine direkte Abstützung unter dem Acetabulum auf Höhe des Lig. Transversum acetabuli. Er führte diese Methode zur Behandlung der Coxarthrose und der Subluxation durch. Auch Putti veröffentlichte 1942 solch eine Verschiebungsosteotomie. Anfänglich propagierte Detorsionsosteotomien im suprakondylären und diaphysären Bereich, wie sie z.B. von Schede schon 1900 veröffentlicht wurden, fanden in der weiteren Entwicklung keine Beachtung mehr. Pauwels trat von 1935 bis 1955 für die subtrochantären Ab- und Adduktionsosteotomien ein, er versuchte, dadurch die Belastungen am Hüftgelenk bei Coxa valga und Coxa vara sowie bei Schenkelhalspseudarthrosen zu beeinflussen. Die von ihm beschriebene Varusosteotomie (1959) erfuhr erst im Verlauf auch eine Medialisierung des Femurschaftes.

Schon im Jahre 1922 publizierte Loeffler eine Methode, die der vermehrten Antetorsion bei Auswärtsdrehung im Hüftgelenk bei spinaler Kinderlähmung als Detorsionsosteotomie Rechnung tragen sollte.

Leveuf und Betrand versuchten 1946 durch eine subtrochantäre Osteotomie die Korrektur der Anteversion. In dem Bestreben, eine pathologische Antetorsion und eine vermehrte Valgität, also eine Coxa valga antetorta, bei der Hüftgelenkluxation zu korrigieren, wurden die derotierenden und varisierenden Operationsmethoden stets weiterentwickelt.

Zahradnicek leistete 1936 mit einer pertrochantären Osteotomie einen weiteren Betrag dazu.

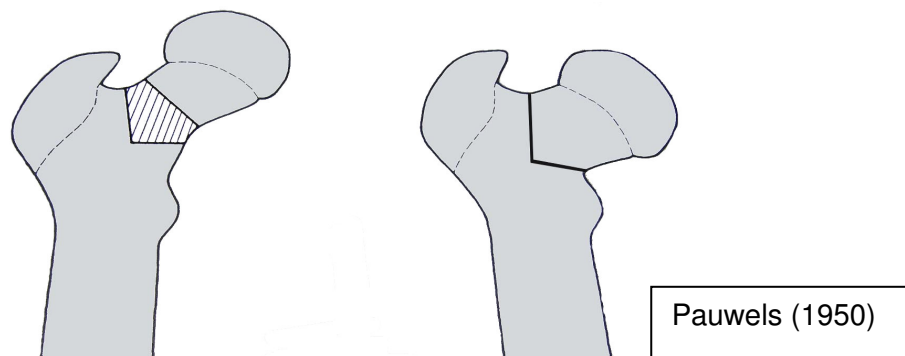
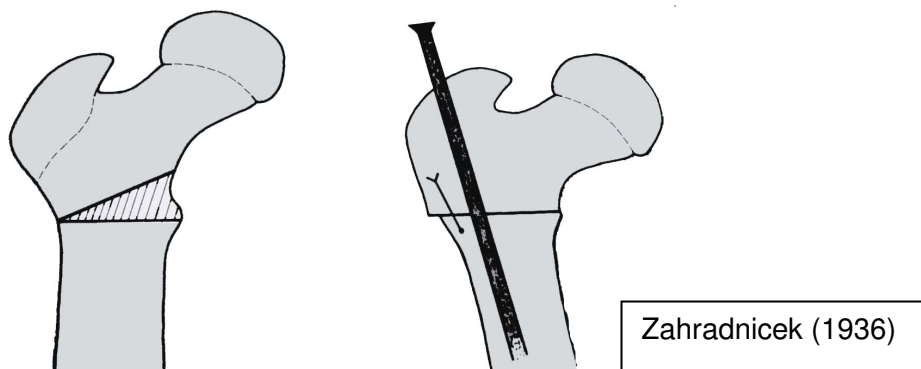
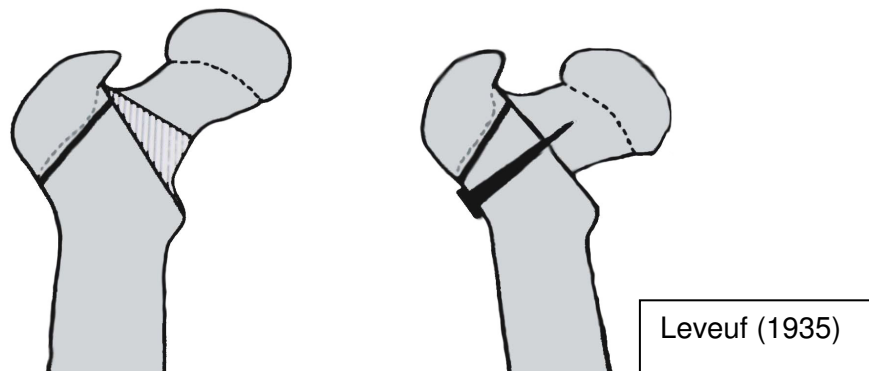
1949 veröffentlichte Bernbeck auf dem Deutschen Orthopädiekongress in München seine intertrochantäre Schrägosteotomie, heute allgemein als Derotations-Varisierungsosteotomie (DVO) bezeichnet. Ziel seiner Methode war die Schaffung einer intraoperativen „Lange-Stellung“. Damit ist gemeint, dass durch die Einwärtsdrehung des Oberschenkels die Anteversion ausgeglichen wird und durch Abduktion eine Valgusstellung korrigiert werden konnte (Müller 1971). Bei seiner Methode wurde in das proximale und distale Fragment eine Schanzsche Schraube eingesetzt. Nach Durchführung der Osteotomie wurde das distale Fragment mittels der Schanzschen Schraube gedreht, bis beide Schrauben in einer Ebene waren, sie wurden dann miteinander fixiert und die ganze Stellung im Beckenbeingips ruhig

gestellt. Durch die Korrektur der Antetorsion und der Valgusstellung des Schenkelhalses einerseits sollten die Zentrierung und die Funktionsmechanik des Gelenkes verbessert werden. Andererseits erhoffte man sich, durch eine direkte Druckentlastung im Erkerbereich einen formativen Reiz in Form einer nachholenden Ausreifung am dysplastischen Gelenk zu verstärken. Durch die Modifikationen von Pauwels (1959) und Müller (1957), welche die Schrägosteotomien mit Keilentnahmen erweiterten, hatte die DVO bis zum Anfang der 1980er Jahre einen festen Platz in der Behandlung der Dysplasie Hüfte (Lenz et al. 1997). Weitere Therapiekonzepte waren die von Hackenbroch 1952 beschriebene intertrochantäre Osteotomie zur Behandlung der Kinderlähmungshüfte sowie die von Imhäuser 1955 veröffentlichte intertrochantäre flektierende Derotations-Valgisationsosteotomie zur operativen Behandlung der Hüftkopflösung. Im Behandlungskonzept der Hüftkopfnekrosen wurden ein- und mehrdimensionale intertrochantäre Korrekturosteotomien sowie transtrochantäre Osteotomien eingeführt. Durch die biomechanische Forschung und technische Weiterentwicklungen ist vor allem der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen ein ganz erheblicher Beitrag für die Umsetzung der verschiedenen Operationstechniken zuzuschreiben. Bei der heute angewandten Methode der DVO handelt es sich um die am häufigsten angewandte und von Müller 1957 vorgestellte Methode mit Entnahme eines medialen Knochenkeils und Fixierung mittels Rechtwinkelplatte. Da die reine Coxa antetorta / valga ohne gleichzeitiges Vorliegen einer Pfannendysplasie heute allgemein nicht mehr als präarthrotische Deformität angesehen wird und somit bei Beschwerdefreiheit keine OP-Indikation mehr vorliegt (Dürschmidt 1981, Kummer 1988, Loew 1990, Holz 1996, Hackenbroch 2001), hat die DVO nur noch additiven Charakter in der Kombination mit Beckenosteotomien bei der Behandlung der angeborenen Hüftreifungsstörungen.

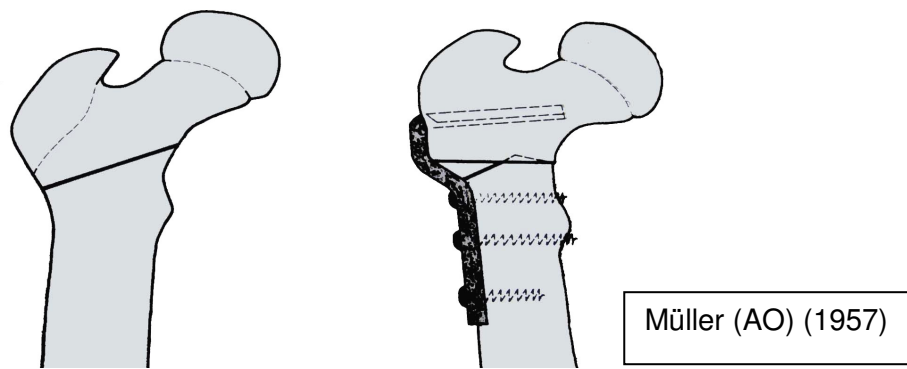
Intertrochantäre Osteotomien werden allgemein immer noch bei jungen Erwachsenen nach Epiphysenabrutsch, bei dysplastischen Hüften, posttraumatischen arthrotischen Veränderungen sowie bei Beinlängenunterschieden von zwei-zweieinhalb cm nach z.B. Hüftgelenkersatz durchgeführt (Duparc 2005). Die DVO schien in der Behandlung der kongenitalen Hüft dysplasie und auch der Coxarthrose anfänglich zu überzeugen, zahlreiche Autoren bestätigten dies (Pauwels 1950, Bernbeck 1951, Mau 1952, Imhäuser 1955, Kaiser 1956, Langhagel 1956,

Müller 1957, Becker 1958, Lange 1958, Lindemann 1959, Witt 1959, Kleine 1961, Ansel et al. 1962, Glogowski 1962, Huber 1963, Weickert 1964).

In den Folgejahren mehrten sich allerdings dann Berichte darüber, dass die intertrochantäre Osteotomie, und speziell die DVO nur sehr begrenzt dazu in der Lage seien, Pfannendysplasien zu korrigieren. Dies wurde besonders durch die Ergebnisse von Jani (1973) und die Veröffentlichung des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (AKH, Tönnis 1984) deutlich, nach denen sogar mit negativen Folgen nach DVO am Hüftgelenk zu rechnen sei. Die DVO als alleinige operative Maßnahme zur Korrektur der Hüftreifungsstörung gilt heute als kontraindiziert (Niethard et al. 1985, Anders et al. 1985, Dürrschmidt 1982, Engelhardt 1984, Suda 1995). Im Folgenden soll noch einmal auf die von Bernbeck 1949 veröffentlichte DVO als Schrägosteotomie detailliert eingegangen werden. Aus der Abbildung 11 gehen einige der erwähnten Osteotomien graphisch hervor.





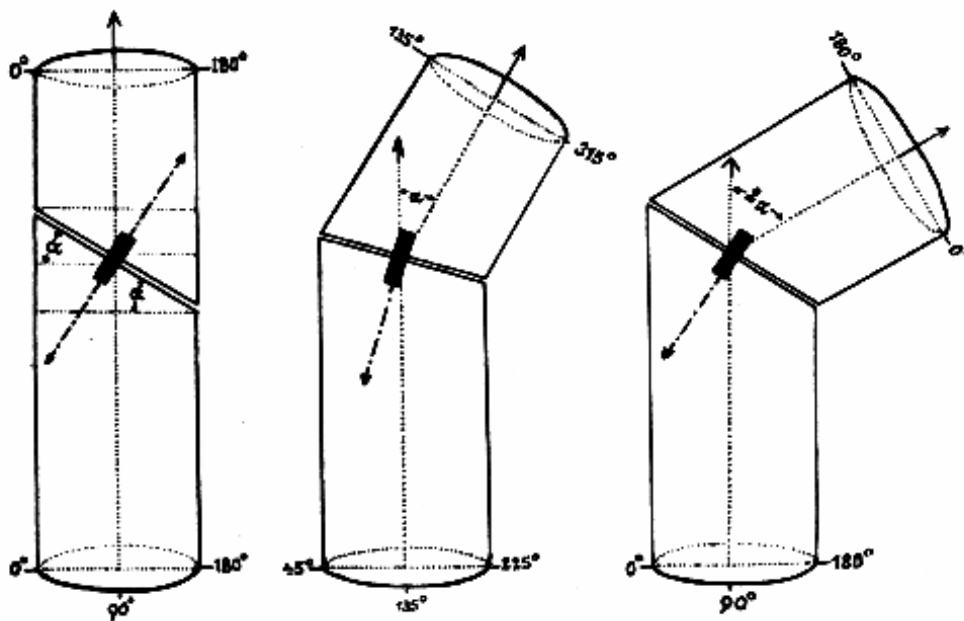


**Abb. 11:** Übersicht über intertrochantäre Varisations-/Derotationsosteotomien (modifiziert nach Strauß, 1985, S. 6ff)

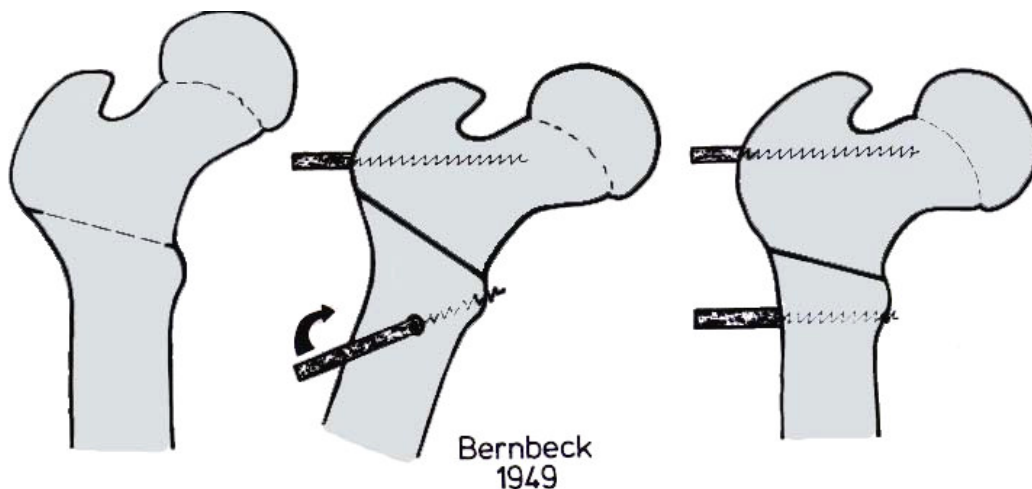
## 1.9 Die Derotations-Varisierungsosteotomie (DVO) nach Bernbeck

Zur Durchführung der Operation heißt es im Originaltext von 1949: “An der Lateralseite des Oberschenkels vom großen Trochanter nach distal Setzen eines etwa 10 cm langer Hautschnittes. Spaltung der Fascia lata. Stumpfes Auseinanderdrängen der Muskelfasern des Vastus lateralis und Freilegung des Knochens (Trochantermassiv). Nun werden zwei Hohmann-Hebel – der eine von vorn, der andere von hinten (oberhalb der Tuberositas glutea) – zwischen Trochanter minor und Kollumbasis um das proximale Femurende gelegt. Bei Rotationsmittelstellung des Beines (Patella nach vorn) Einbohren einer Schanz-Schraube unmittelbar distal vom kleinen Trochanter genau in der frontalen Körperebene (dies erleichtert die Orientierung - besonders nach erfolgter Osteotomie). Dann wird die Extremität (maximal) innenrotiert, bis die Antetorsion ausgeglichen ist, und in Richtung der Schenkelhalsachse das Bohrloch für die zweite Schanz-Schraube angelegt ist. Anschließend lineare intertrochantere Schrägosteotomie in der ante operationem röntgenologisch errechneten Winkelrichtung mit breitem aber flachem Meißel – bis auf eine kleine knöcherne Restbrücke. Eindrehen der oberen Schanz-Schraube in den vorbereiteten Bohrkanal. Vollständige Durchmeißelung des Oberschenkels an der genannten Stelle. Nach Entfernung der Knochenhebel wird das koxale Osteotomiefragment mit Hilfe der oberen Halteschraube unverändert bei der vorher eingestellten Innenrotation fixiert,

während nunmehr durch Außenkreiselung des Beines das distale Fragment so lange gedreht wird, bis die beiden Schanz-Schrauben aneinander stoßen. Hat man dabei beachtet, dass die schrägen Meißelflächen der Osteotomiefragmente immer parallel zueinander rotiert werden, dann ist jetzt bereits – ohne weitere Manipulationen – auch die Korrektur des Schenkelhalswinkels vollzogen“ (Bernbeck 1949, S. 303-313). Kernstück bei dem Verfahren nach Bernbeck ist die Möglichkeit, durch eine gezielte Verdrehung der Fragmente auf einer schrägen Osteotomie-Ebene gleichzeitig eine Torsion und eine Valgusstellung des Schenkelhalses zu korrigieren. Aus Abbildung 12 und 14 wird deutlich, dass die Schrägosteotomie in der intertrochantären Region von vorn-oben-lateral nach hinten-unten-medial erfolgt. Durch die anschließende Verdrehung der beiden Fragmente erfolgt gleichzeitig eine Kippung, was in situ einer Derotation mit gleichzeitiger Varisierung entspricht (Schütte 1984).



**Abb. 12:** Die DVO nach Bernbeck als Zylindermodell, Korrelation von Schnittwinkel, Verdrehung und Kippeffekt (modifiziert nach Bernbeck, 1949, S. 310)



**Abb. 13:** Die DVO nach Bernbeck (modifiziert nach Tönnis, 1984, S. 123)

Je schräger der Osteotomieverlauf gewählt wird, desto mehr überwiegt der varisierende Teil, je flacher die Osteotomie verläuft, desto mehr überwiegt der derotierende Anteil der DVO.

Als Indikation für diese DVO galten nach Bernbeck alle kombinierten Knochendeformitäten, die eine gleichzeitige Korrektur von pathologischer Achsverdrehung und abnormer Seitknickung erforderlich machten. Dazu zählten alle Luxationshüften, die nach Beendigung der üblichen Reposition, Gipsbehandlung und funktionellen Therapie einen mangelhaften Gelenkschluss aufwiesen, die isolierte Coxa valga und die Hüft dysplasien. Als optimales Operationsalter forderte Bernbeck den blutigen Eingriff schon möglichst frühzeitig. Das Mindestalter nahm ständig ab, im Zeitraum von 1949-1951 betrug es etwa vier-sechs Jahre, 1952-1957 wurde schon ab drei Jahren operiert und 1965 wurde von ihm erstmals ein Kind unter einem Jahr und dann vier Jahre später ein Kind von fünf Monaten operiert. Als Kontraindikation galten gröbere Inkongruenzen zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne sowie interponierte Weichteile. Bernbeck strebte dabei Korrekturwerte um 0° Torsion (bis 15° Retrotorsion) und einen Varisierungsgrad entsprechend dem Pfannenöffnungswinkel an.

Zusammengefasst waren die Ziele der DVO allgemein:

- Stimulation entwicklungsrückständiger Hüftpfannen durch tiefe Zentrierung des Hüftkopfes
- Vorbeugung arthrotischer Gelenkveränderungen durch Vergrößerung der druckaufnehmenden Fläche und Verringerung der Druckspitzen zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne



**Abb. 14:** Schrägosteotomie nach Bernbeck in der Frontalebene (linke Abbildung) und in Beziehung zur Condylennachse (rechte Abbildung), präoperative Situation



**Abb. 15:** Schrägosteotomie nach Bernbeck in der Frontalebene (linke Abbildung) und in Beziehung zur Condylennachse (rechte postoperative Situation)

Auf Grundlage seiner theoretischen und empirischen Erfahrungen hielt sich Bernbeck an den Grundsatz:“ Nach eigener Erfahrung empfiehlt sich stets eine mehr oder minder große Überkorrektur – bezogen auf die physiologische Antetorsion des proximalen Femurendes.“ (Bernbeck, 1949 zitiert nach Schimmel 1974, S. 143).

Dies bedeutete in der Praxis eine Varisierung im Alter unter sechs Jahren von 100°, bei sieben-zwölf Jahren etwa 115° und bei älteren Kindern 120° (Bernbeck 1949,1962). Bernbeck (1962) vertrat ebenso wie auch Witt und Mittelmeier (1959) die Ansicht, dass eine starke Überkorrektur der Antetorsion bis hin zur Retrotorsion im Hinblick auf die starke Revalgisierungstendenz des jugendlichen Knochens nötig sei. Dies gilt im Prinzip auch für die Korrektur der Valgität. Eine Medialisierung des distalen Fragmentes wurde allgemein, sofern nötig, um ein Drittel bis um die Hälfte der Schaftbreite durchgeführt. Bernbeck selber verzichtete auf eine Keilentnahme und sah hierin auch gerade den Vorteil seiner Methode, bei der es nach Derotation automatisch zu einer gewissen Medialisierung kam.

Die Fixierung erfolgte in seiner Abteilung im Allgemeinen Krankenhaus Hamburg Barmbek mittels Schanz-Schrauben, zusätzlich auch eine Spießfixierung mit Kirschner-Drähten oder Rushpins (Bernbeck 1974). Laut persönlicher Auskunft des damaligen Oberarztes Herrn Dr. De Vries wurden gelegentlich auch sog. Bosworth-Platten, Vitallium-Nägel, Steinmann-Nägel, Federkopfschrauben oder Maatzschrauben eingesetzt.

Die operierte Extremität sollte im Anschluss für ca. sechs Wochen im Becken-Bein-Gips unter Einbeziehung des Oberschenkels der Gegenseite ruhig gestellt werden. Daran schloss sich eine funktionelle Nachbehandlung mit aktiven Bewegungsübungen, z.B. mit Hilfe des Laufrades nach Schede, an.

Bernbeck räumte schon in seiner Erstveröffentlichung 1949 über die Schrägosteotomie ein:

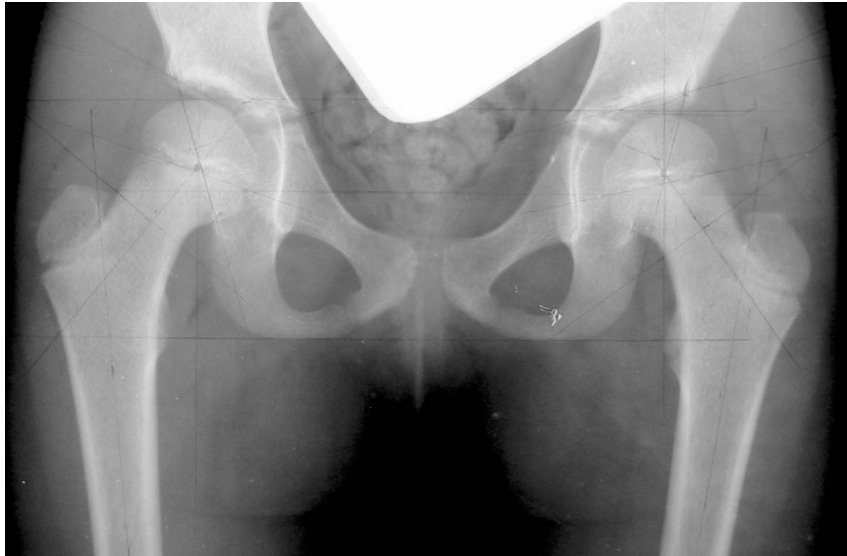
“Eine endgültige Beurteilung der Methode, insbesondere der Spätergebnisse: Ausbildung von Femurkopf und Hüftpfanne unter den voraussichtlich günstigeren funktionellen Gelenkbedingungen – ist erst nach mehreren Jahren möglich“ (Bernbeck, 1949, S. 313). Und weiter schreibt er am Ende seiner Veröffentlichung:“ Bei gleichzeitig sehr schlechter Pfannendachausbildung müsste eine Plastik nach Lance oder Spitzzy angeschlossen werden“ (Bernbeck, 1949, S. 313), und weist hiermit indirekt schon auf die Grenzen seiner Schrägosteotomie in Hinblick auf die Einflüsse am Pfannendach hin.

Letztendlich richteten sich die Hauptkritikpunkte der DVO an die Bestimmung der Osteotomie-Ebene und die Art der Fixierung der Fragmente in der Korrekturstellung. Die Fixierung gestaltete sich bei partiellem Kontakt, nach Drehung der elliptischen Osteomiefläche schwierig, sodass Dislokationen der Schanz-Schrauben eine häufige Komplikation waren. Aufgrund des Zuges der pelvitrochantären Muskulatur neigte das proximale Fragment zur Rotation, sodass Bernbeck zusätzlich einen Kirschnerdraht durch den Osteotomiespalt platzierte. Die eingebrachten Schanz-Schrauben boten darüber hinaus ideale Leitschienen für Wund- und Knocheninfekte, sodass innere Fixationsmethoden (Meznik 1963) oder Knochenspäne bevorzugt eingesetzt wurden. Trotz der bereits angeführten Nachteile der DVO bieten doch folgende Vorteile (Seeber 1976) Anlass zur konstruktiven Auseinandersetzung mit dieser Methode:

- kurze OP-Dauer
- nichtoperativer Entfernung des Fixationsmaterials
- Möglichkeit der postoperativen Nachkorrektur
- geringe Beinverkürzung gegenüber den Keil-Osteotomien
- mutmaßlich formativer Reiz am Pfannendach
- Möglichkeit der ambulanten Operation

## **1.10 Fallbeispiele**

Im Folgenden sollen drei exemplarische Fallbeispiele die DVO nach Bernbeck illustrieren.



**Abb. 16:** 1. Fall: präoperative Situation, weiblich 6 Jahre



**Abb. 17:** 1. Fall: postoperative Situation nach DVO, weiblich 6 Jahre



**Abb. 18:** 1. Fall: Situation zum Nachuntersuchungszeitpunkt mit 28 Jahren

### **Anmerkungen zu Fall 1**

Im diesem Fall erfolgte die DVO bei Hüftdysplasie beidseits. Es fand keine konservative Vorbehandlung statt. Die Fixierung wurde mit jeweils 3 Rush-Pins und 2 Schanz-Schrauben umgesetzt, die Operationszeit betrug ca. 22 Min pro Seite. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war die Patientin beschwerdefrei und hatte gute Werte in den verwendeten Scores.

#### **Radiomorphologische Parameter präoperativ:**

<b>Winkel</b>	<b>links</b>	<b>rechts</b>
<b>AC</b>	15°	16°
<b>CE</b>	15°	17°
<b>ACM</b>	47°	46°
<b>Hüftwert</b>	15°	14,5°
<b>KE</b>	24°	20
<b>CCD</b>	135°	136°

#### **Radiomorphologische Parameter postoperativ:**

<b>Winkel</b>	<b>links</b>	<b>rechts</b>
<b>AC</b>	14°	12°
<b>CE</b>	16°	18°
<b>ACM</b>	50°	48°
<b>Hüftwert</b>	16°	15,5°
<b>KE</b>	16°	17°
<b>CCD</b>	104°	95°

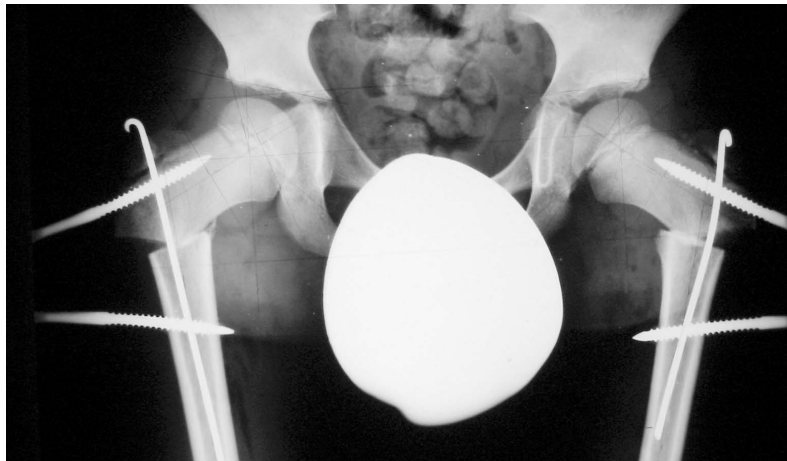
#### **Radiomorphologische Parameter zum Nachuntersuchungszeitpunkt:**

<b>Winkel</b>	<b>links</b>	<b>rechts</b>
<b>AC</b>	12°	13°
<b>CE</b>	21°	16°
<b>ACM</b>	47°	42°
<b>Hüftwert</b>	14,5°	14,5°
<b>KE</b>	14°	18°
<b>CCD</b>	114°	125°





**Abb. 19:** 2. Fall: präoperative Situation, männlich 6 Jahre



**Abb. 20:** 2. Fall: postoperative Situation nach DVO, männlich 7 Jahre



**Abb. 21:** 2. Fall: Situation zum Nachuntersuchungszeitpunkt mit 34 Jahren

## **Anmerkungen zu Fall 2**

Im diesem Fall erfolgte die DVO bei Coxa valga und milder Hüftdysplasie beidseits. Es fand keine konservative Vorbehandlung statt. Die Fixierung wurde mit jeweils einem Rush-Pins und 2 Schanz-Schrauben umgesetzt, die Operationszeit betrug ca. 20 Min pro Seite. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war der Patient beschwerdefrei und hatte ebenfalls gute Werte in den verwendeten Scores.

### **Radiomorphologische Parameter präoperativ:**

Winkel	links	rechts
AC	8°	12°
CE	13°	10°
ACM	53°	53°
Hüftwert	23	23,5
KE	18°	23°
CCD	151°	144°

### **Radiomorphologische Parameter postoperativ:**

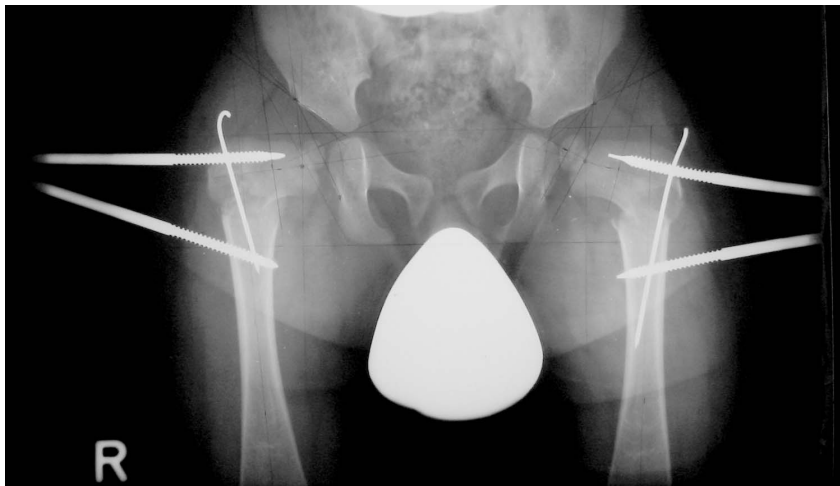
Winkel	links	rechts
AC	7°	16°
CE	18°	12°
ACM	58°	48°
Hüftwert	25	18
KE	18°	19°
CCD	113°	112°

### **Radiomorphologische Parameter zum Nachuntersuchungszeitpunkt:**

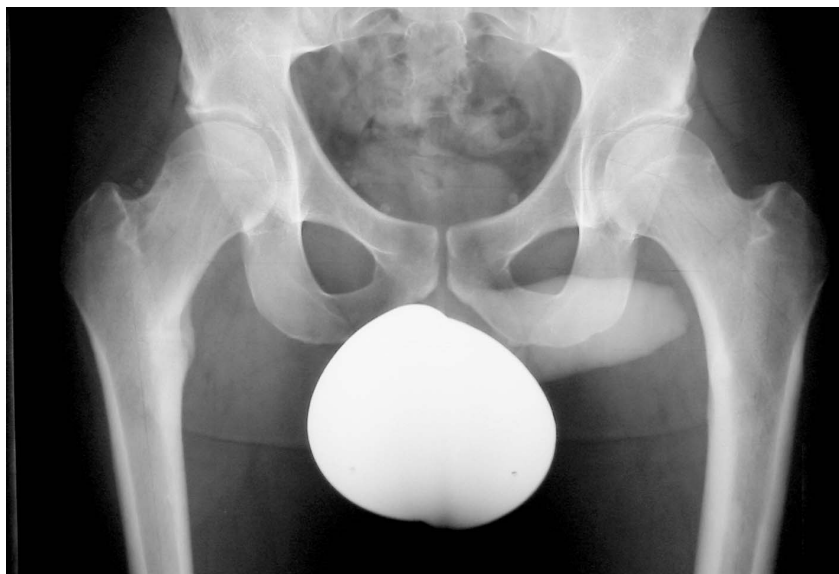
Winkel	links	rechts
AC	10°	18°
CE	28°	15°
ACM	50°	50°
Hüftwert	17,5	21,5
KE	15°	26°
CCD	130°	118°



**Abb. 22:** 3. Fall: Präoperative Situation, männlich 1 Jahr



**Abb. 23:** 3. Fall: Postoperative Situation nach DVO, männlich 2 Jahre



**Abb. 24:** 3. Fall: Situation zum Nachuntersuchungszeitpunkt mit 28 Jahren

### **Anmerkungen zu Fall 3**

Im diesem Fall erfolgte die DVO bei Hüftdysplasie beidseits. Es fand keine konservative Vorbehandlung statt. Die Fixierung wurde mit jeweils 2 Schanz-Schrauben und einem Kirschner-Draht umgesetzt, die Operationszeit betrug ebenfalls 20 Min pro Seite. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt war der Patient beschwerdefrei und hatte überwiegend unauffällige Werte in den verwendeten Scores.

#### **Radiomorphologische Parameter präoperativ:**

<b>Winkel</b>	<b>links</b>	<b>rechts</b>
<b>AC</b>	29°	31°
<b>CE</b>	11°	5°
<b>ACM</b>	64°	65°
<b>Hüftwert</b>	29	31
<b>KE</b>	25°	25°
<b>CCD</b>	146°	152°

#### **Radiomorphologische Parameter postoperativ:**

<b>Winkel</b>	<b>links</b>	<b>rechts</b>
<b>AC</b>	26°	37°
<b>CE</b>	7°	5°
<b>ACM</b>	67°	70°
<b>Hüftwert</b>	31	31
<b>KE</b>	14°	21°
<b>CCD</b>	112°	93°

#### **Radiomorphologische Parameter zum Nachuntersuchungszeitpunkt:**

<b>Winkel</b>	<b>links</b>	<b>rechts</b>
<b>AC</b>	16°	14°
<b>CE</b>	16°	18°
<b>ACM</b>	47°	45°
<b>Hüftwert</b>	15,5	15
<b>KE</b>	11°	11°
<b>CCD</b>	130°	135°

## 1.11 Fragestellung und Ziele der Arbeit

Nachdem nun in einem ersten Teil dieser Arbeit ein Überblick über das Krankheitsbild der angeborenen Hüftreifungsstörung und die gängigen Behandlungsmethoden gegeben wurde, sollen nun in einem zweiten Teil die Ergebnisse nach Bernbeck-DVO in einer klinischen Nachuntersuchung an 38 Patienten der Abteilung für Orthopädie des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg Barmbek, jetzt Klinikum Eilbek, Schön-Kliniken, gezeigt werden. Korrekturoperationen **allein** am proximalen Femurende zur Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung spielen heute keine Rolle mehr, dies konnte bereits Mitte der 1980er Jahre durch die Ergebnisse des Arbeitskreises für Hüft dysplasie der DGOT eindrucksvoll bewiesen werden. Es liegen zahlreiche kurz- bis mittelfristige Verlaufsbeobachtungen zu diesem Thema vor (Jani 1966, Anders et al. 1985, Tönnis 1984 und 1985, Franchin 1990, Hartmann 1995, Schittich 1995, Suda et al. 1995, Haverkamp 2006), allerdings fehlen echte Langzeitergebnisse.

In dieser Arbeit beschränken wir uns lediglich auf Patienten, die in der Technik nach Bernbeck osteotomiert wurden. Das Behandlungsergebnis soll mit Hilfe anamnestischer, klinischer und radiologischer Parameter in Abhängigkeit vom Lebensalter, den unterschiedlichen Ausgangsbedingungen, dem Operationszeitpunkt, dem Varisierungsausmaß und den altersindividuellen Reifungsmöglichkeiten bewertet werden. Inwieweit die intertrochantäre Derotations-Varisierungsosteotomie (DVO) geeignet ist, als alleiniges Op-Verfahren die pathologischen Gelenkverhältnisse zu verbessern, ist hierbei die Kardinalfrage, wobei das Schicksal des osteotomierten Schenkelhalses ebenfalls zur Auswertung kam und am Revalgisierungsverhalten, dem Auftreten der so genannten Kopf-in-Nacken-Stellung und am Vorliegen von postoperativen Komplikationen, wie z.B. Hüftkopfnekrosen, analysiert wurde.

## **2. *Material und Methodik***

### **2.1 *Arbeitsvorbereitung***

Die Auswahl der Patienten erfolgte anhand der Operationsbücher der Jahre 1970 – 1980 der orthopädischen Klinik des Krankenhauses Hamburg Barmbek.

Es wurden sämtliche Operationen am Hüftgelenk ausgewählt, die durch die Diagnose Hüftdysplasie, Hüftluxation, Subluxationshüften, Steilhüfte bzw. Coxa valga und Coxa antetorta sowie die Operationsart, Derotations-Varisierungsosteotomie, gekennzeichnet waren.

Nach dieser ersten Erfassung mit Hilfe der OP-Bücher wurde im Anschluß versucht, die entsprechenden Ambulanz-Karten der Patienten zu finden, da es aufgrund der damals üblichen Archivierung und der häufigen Ambulanzbesuche der Kinder hiervon noch einen großen Bestand gab.

Mit Hilfe dieser Karten, auf denen in den meisten Fällen eine Wohnanschrift, der einweisende Arzt sowie Vermerke über angefertigte Röntgenaufnahmen oder die Weiterbehandlungsart der Patienten vermerkt waren, konnte eine weitere Zuordnung getroffen werden.

In einem nächsten Schritt wurden dann die zugehörigen Operationsberichte, Krankenakten und Röntgenunterlagen aus den unterschiedlichen Archiven des Krankenhauses Barmbek und teilweise dem Staatsarchiv der Hansestadt Hamburg herausgesucht.

Sofern dann eine nachvollziehbare Dokumentation vorlag, wurde versucht, mit Hilfe von Krankenkassen, Einwohnermeldeämtern, ehemaligen Kinder -und Hausärzten sowie mithilfe von überregionalen allgemeinen Adressauskünften an die Kontaktdaten der Patienten zu kommen.

Im Anschluss daran wurde versucht, zunächst telefonisch mit den Patienten in Kontakt zu kommen, gelang dies, so wurden die Patienten in einer zweiten Runde angeschrieben und zu der Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie eingeladen (siehe Anlage 1 ). Die Adressfindung speziell der weiblichen Personen gestaltete sich durch heiratsbedingte Namensänderungen schwierig bis teilweise unmöglich.

## 2.2. Patientenkollektiv

In dem Zeitraum vom 01.06.1970-12.09.1980 wurden im Krankenhaus Hamburg Barmbek in der orthopädischen Abteilung, Haus 14, unter der Leitung von Prof. Dr. R. Bernbeck insgesamt 965 Derotations-Varisierungsosteotomien vorgenommen. Anhand der zur Verfügung stehenden Krankenunterlagen wurden die Patienten durch folgende Einschlusskriterien ausgewählt:

- Zeitpunkt der Operation zwischen dem 01.06.1970 – 12.09.1980
- Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation höchstens 18 Jahre
- Derotations-Varisierungsosteotomie als Schrägosteotomie nach Bernbeck
- Operationsindikation: Hüft dysplasie, Hüftluxation oder Coxa valga
- Vorhandensein von prä -sowie postoperativer Röntgendokumentation
- Vorhandensein der Krankenakten oder äquivalenter Unterlagen

Keine Berücksichtigung fanden Derotations-Varisierungsosteotomien bei Hüftluxationen spastischer, paralytischer, teratologischer sowie infektiöser Genese sowie Hüftluxationen größer Grad vier nach Tönnis.

In lediglich 158 Fällen ließ sich anhand der Ambulanz-Karten eine vollständige Krankenakten- und Röntgendokumentation nachvollziehen. Von diesen 158 konnten in 115 Fällen eine direkte Adresse oder die Kontaktdaten der Eltern ermittelt werden. Zu den verbliebenen 43 Patienten konnte keine Adresse ermittelt werden, hiervon waren 42 unbekannt verzogen und 1 Patient bereits verstorben.

In 92 von 115 Fällen ließ sich zunächst ein telefonischer Kontakt herstellen. 23 der restlichen Patienten waren unter den angegebenen Adressen oder Telefonnummern gar nicht zu erreichen bzw. es handelte sich hierbei um namensgleiche, aber unterschiedliche Personen.

Von den 92 kontaktierten Personen erklärten 51 kein Interesse an einer Nachuntersuchung, wobei 16 Personen die Durchführung einer Röntgenaufnahme als Grund angaben und die restlichen 35 bei Wohlbefinden keinen Sinn in der Teilnahme an einer solchen Studie sahen. Das Operationsalter der 115 Fälle lag zwischen einem und 18 Jahren, im Mittel waren es 6.2 Jahre, sodass aufgrund des

langen Nachuntersuchungszeitraumes die häufigen geografischen Veränderungen der Patienten einer der Hauptgründe für die niedrige Wiederfindungsrate von 24.05 % waren.

Von den restlichen 41 Patienten konnten letztendlich 38 zu dieser klinischen und radiologischen retrospektiven Längsschnittstudie eingeladen werden. Drei Patienten sagten die vergebenen Termine ohne Ersatz kurzfristig ab.

An dieser Stelle muss kurz auf den Umstand eingegangen werden, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen in der orthopädischen Klinik Hamburg Barmbek Anlass für einen in der Hamburgischen Medizingeschichte als „Barmbek-Bernbeck-Fall“ bekannten und 1984 veröffentlichten „Medizinskandal“ waren.

Im Rahmen nachfolgender Prozessauseinandersetzungen kam es bis 1997 zu insgesamt 270 Regressklagen (Arbeitskreis „Ärzte und Juristen“ am 11. und 12. April 1997) gegen die Hansestadt Hamburg als staatlichen Krankenhausträger. Diese vor allem durch die Medien hochstilisierten Auseinandersetzungen war vielen kontaktierten ehemaligen Patienten noch bewusst, sodass in diesem Umstand mögliche Beweggründe für die Nichtteilnahme an dieser Nachuntersuchung retrospektiv zu sehen sind.

Hierin spiegelt sich demnach auch eine Schwachstelle dieser klinischen Nachuntersuchung wider, in der Art nämlich, dass die verbliebenen 35 Patienten, die telefonisch bei Wohlbefinden kein Interesse an einer solchen Nachuntersuchung bekundeten, als mögliche „Nutznießer“ der Operationsmethode dem Nachuntersuchungskollektiv fehlen, sich allerdings vermehrt Patienten zur Teilnahme bereit erklärten, die in irgendeiner Art Einschränkungen hatten. Es kam also möglicherweise zu einer erhöhten Negativauswahl.

Die DVO wurde bei 38 Patienten an 75 Hüftgelenken, bei 28 männlichen und 10 weiblichen Personen durchgeführt. In 27 Fällen wurde die DVO beidseits gleichzeitig durchgeführt, in 11 Fällen gab es ein zweizeitiges Vorgehen. Das Alter der Patienten bei der Operation lag zwischen einem und 18 Jahren, im Durchschnitt waren es 6.2 Jahre. In 37 Fällen waren beide Hüftgelenke betroffen, bei einem Patienten erfolgte nur die Operation der rechten Seite. Der Nachuntersuchungszeitraum lag zwischen 22 und 30 Jahren, im Mittel bei 24.4 Jahren.



Die Patienten wurden von mir in dem Zeitraum vom 01.08.2001 bis zum 22.10.2001 in der orthopädischen Ambulanz der orthopädischen Abteilung des Krankenhauses Hamburg Barmbek unter der Leitung von Prof. Dr. E Hille, montags und mittwochs zwischen 14.00 Uhr und 15.00 Uhr, in Ausnahmefällen auch bis 19.00 Uhr, klinisch und radiologisch nachuntersucht.

In 35 (92.1 %) Fällen wurde von den Patienten eine Beckenübersicht als Rippstein I – Aufnahme angefertigt, drei (7.9 %) Patienten kamen zur Nachuntersuchung mit bereits auswärts angefertigten Röntgenbildern.

## **2.3. Die klinische Nachuntersuchung**

Nachdem die persönlichen Daten der Patienten, wie Name, Alter und Geburtsdatum, sowie soziodemografische Informationen registriert wurden, erfolgte noch einmal die Aufklärung über die Teilnahme an einer retrospektiven klinischen Studie.

In dem anschließenden Anamnesegegespräch sollten sowohl aktuelle Befunde als auch Informationen über den postoperativen Langzeitverlauf erhoben werden. Bezogen auf die aktuellen Befunde, wurde zunächst nach allgemeinen körperlichen Einschränkungen, aktuellen Schmerzen in Qualität und Quantität im Bereich der Hüft –und Kniegelenke oder des Rückens gefragt.

Die Mobilität der Patienten in Form von Gehfähigkeit, die Sportaktivitäten, die Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, das Treppensteigen oder das Sitzen wurde ebenso protokolliert wie die aktuelle Medikation, insbesondere eine dauerhafte oder bedarfsgesteuerte Analgesie. Bezüglich des Langzeitverlaufes interessierten postoperative Komplikationen, wie Luxationen oder Nekrosen, im Vorfeld nicht erfasste Zweitoperationen oder physiotherapeutische Behandlungen.

Jeder Patient wurde nach eventuellen Narbenkorrekturen und der subjektiven Beurteilung der Narbe gefragt. Da die meisten Patienten postoperativ mindestens sechs Wochen in einem Becken-Bein-Gips immobilisiert wurden, wurde nach der Schullaufbahn und der beruflichen Entwicklung gefragt. Nach der Anamnese folgte die körperliche Untersuchung .

Dabei wurde zunächst im Stehen, dann im Liegen am unbedeckten Patienten untersucht.

Es wurde das Gang -und Standbild im Hinblick auf Schonungs -oder Verkürzungshinken sowie ein eventuell positives Trendelenburg -oder Duchenne-Zeichen bewertet.

Bei dem nach Friedrich Trendelenburg benannten klinischen Zeichen kommt es bei einer Lähmung oder Insuffizienz der Musculi glutei medius et minimus, z.B. aufgrund einer Schädigung des Nervus gluteus superior, zu einem Absinken des Beckens beim Gehen oder beim Einbeinstand zur gesunden Seite, es resultiert ein „Watschelgang“.

Das Phänomen wurde in bekannter Technik im 30 sekündigen Einbeinstand überprüft. Kommt es hierbei gleichzeitig zu einer Verlagerung des Oberkörpers über die erkrankte Seite, um so, physikalisch ausgedrückt, den Lastarm zu verkürzen und damit eine insgesamt geringere Anspannung der Glutealmuskulatur zu erreichen, wird dies als „Duchenne-Hinken“, benannt nach Guillaume Benjamin Amand Duchenne de Boulogne, bezeichnet.

Am stehenden Patienten wurde auf Achsdeformitäten, insbesondere ein Genu valgum, Beckenschiefstand -oder Verkipfung sowie Verformungen der Wirbelsäule geachtet. Eine Überprüfung der neuromuskulären Koordination erfolgte durch Testung von Seiltanzschritt, monopedaless Hüpfen, Zehen -und Hackenstand, Unterberger Tretversuch und Stehen auf einem Bein.

Im Liegen erfolgten die Registrierung der Bewegungsumfänge im Hüftgelenk nach der Neutral-Null-Methode (Flexion, Extension, Abduktion, Adduktion, Innen -und Außenrotation im 90° abgewinkelten Kniegelenk) in gängiger Technik sowie die Erfassung allgemeiner klinischer Arthrosezeichen.

Das Ausmaß einer vorhandenen Beinlängendifferenz wurde durch das Ausmessen des Abstands zwischen der Spina iliaca anterior superior und dem Malleolus lateralis in Rückenlage vorgenommen. Anhand der Informationen über Bewegungsausmaß, Trendelenburg-Zeichen, Gehvermögen und die Angabe von Schmerzen erfolgte, ergänzt durch ein insgesamtes Patientenurteil, die klinische Funktionsbeurteilung mit Hilfe der von Tönnis et al. (1994) und Tschaurer et al. (1992) vorgeschlagenen Graduierung.

Im Hinblick auf klinische Arthroseparameter wurden die Patienten auf schmerzhaftes Bewegungseinschränkung, insbesondere Innenrotationsschmerz oder axialen

Stauchungsschmerz hin untersucht. Typische Arthroseschmerzpunkte wie Leistendruckschmerz oder Schmerzen über dem Trochanter major wurden ebenfalls überprüft.

Der Bindegewebestatus wurde zunächst an hüftgelenksunspezifischen Hyperlaxitätsparametern, wie Überstreckbarkeit der Finger- oder Ellenbogengelenke, ganz allgemein getestet.

Als objektivierbarer Test für eine vermehrte Laxität des gesamten Körpers wurde der Daumen-Unterarm-Abstand bei Hyperextension des Daumengrundgelenkes gemessen. Er beträgt physiologischerweise sechs-zwölf cm und kann sich bei Hyperlaxität bis auf Null cm reduzieren. Nach Bird (1979) dient er als Repräsentativwert für eine erhöhte Laxität.

Die so gewonnenen Informationen wurden mit Hilfe eines in der orthopädischen Abteilung des Krankenhauses Hamburg Barmbek entwickelten und standardisierten Untersuchungsbogens (siehe Anhang 3) erfasst und zusammen mit der körperlichen Untersuchung dokumentiert. Die Daten wurden anschließend in eine Datenbank übertragen, mit deren Hilfe dann automatisch die entsprechenden Summenwerte für die Hüftgelenksbewertungsschemata von Merle d'Aubinge und Postel (1949, siehe Anhang 3) sowie Harris (1969, siehe Anhang 4) ermittelt werden konnten.

Unter Einbeziehung der Röntgenmorphologie wurden die Untersuchungsergebnisse auch nach den Kriterien von Gao et al. (1988) separat ausgewertet.

Um die subjektive Sicht auf die eigene Gesundheit der Patienten beurteilen zu können, wurden den Patienten im Anschluss an die körperliche Untersuchung sechs Fragen gestellt (siehe Anhang acht). Diese Fragen entstammen als einzelne Items dem häufig verwandten SF36 Health Survey Fragebogen, kurz SF-36 genannt.

Die Fragen beziehen sich auf den Allgemeinzustand zum Nachuntersuchungszeitpunkt, auf Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr, auf die Beschreibung von Tätigkeitseinschränkungen und auf körperliche oder seelische Veränderungen sowie Schmerzen, die den normalen Alltag der letzten vier Wochen unterbrochen haben. Die Auswertung dieser einzelnen Fragen, die sowohl binärisch mit „ja“ oder „nein“ als auch in Skalen beantwortet wurden, fand im Anschluss deskriptiv statt. Nach der klinischen Untersuchung wurde von 35 Patienten eine Beckenübersicht (a.-p.) als Rippstein I-Aufnahme in der Radiologie des Krankenhauses Hamburg Barmbek durchgeführt. Die Bilder wurden in Rückenlage angefertigt, die Beine waren in Neutral-Null-Stellung gelagert. Alle Aufnahmen,

einschließlich drei auswärts angefertigter Bilder, wurden anschließend den Patienten erklärt und die erhobenen Befunde erläutert.

Hierbei wurden die Patienten, je nach Ausgangsbefund, vor allem über beginnende Arthroseerscheinungen, die Notwendigkeit physiotherapeutischer Übungen, Vermeidungsstrategien sowie über die Kontrollbedürftigkeit der Befunde informiert. Im zeitlichen Abstand von ein bis zwei Wochen haben sowohl die an der Studie teilnehmenden Patienten als auch die behandelnden Hausärzte oder Orthopäden einen Abschlussbericht in Form eines Ambulanzbriefes bekommen.

Hierin wurde je nach Befund ggf. auch die Durchführung von Spezialaufnahmen (z.B. Faux-Profil-Aufnahme) und die anschließende Wiedervorstellung empfohlen.

## 2.4. Die Bewertungsschemata

### 2.4.1 Klinische Funktionsbeurteilung nach Tönnis (1994)

Die Beurteilung des Bewegungsausmaßes erfolgte anhand objektiver und subjektiver klinischer Basisparameter, nach einer von Tönnis entwickelten und von Tschauner (1992) modifizierten Funktionsbeurteilung. Aus Tab. 6-10 gehen die einzelnen Definitionen und Gradeinteilungen hervor, Tab. 11 zeigt die abschließende Gesamtbewertung.

**Tab.6: Beweglichkeit (Neutral-Null-Methode, aus: Konermann,1999, S. 25)**

Grad	Definition
0	Keine Bewegungseinschränkung, Flexion > 120°, Ab- und Adduktion, Innen- und Aussenrotation 40° oder mehr, Extension 0°
1	Flexion bis 110°, Extension 0°, anderen Ebenen bis 30°
2	Flexion bis 90°, Abduktion 0-10°, Innenrotation 0°, Streckdefizit 10-15°
3	Flexion ≤ 90°, Außenrotations-Ab- oder Adduktions-Kontraktur bis 20°

4	Kontrakte Fehlstellung, Wackelsteife oder Ankylose
---	--

**Tab.7: Trendelenburg – Zeichen (aus: Konermann,1999, S. 25)**

Grad	Definition
0	negativ
1	verminderte Kraft, aber kein wesentliches Absinken, Ermüdungshinken bei längerem Gehen
2	mäßiges Absinken und deutliche Standunsicherheit
3	starkes Absinken mit Schwerpunktverlagerung (Duchenne – Zeichen), Einbeinstand nicht möglich

**Tab.8: Gehvermögen (aus: Konermann,1999, S. 25)**

Grad	Definition
0	unbegrenzt
1	bis zu einer Stunde
2	bis zu 15 Minuten
3	keine schmerzfreie Gehstrecke

**Tab.9: Schmerz (aus: Konermann,1999, S. 26)**

Grad	Definition
0	schmerzfrei
1	Schmerzen bei einer Gehstrecke > 1 Stunde
2	Schmerzen bei einer Gehstrecke < 1 Stunde
3	Dauerschmerz

**Tab.10: Patientenurteil (aus: Konermann,1999, S. 26)**

Grad	Definition
1	voll zufrieden
2	bedingt zufrieden
3	nicht zufrieden

**Tab.11: Gesamtbewertung (aus: Konermann,1999, S. 26)**

	sehr gut	gut	befriedigend	nicht befriedigend
Gehvermögen	0	1	2	3
Schmerz	0	1	2	3
Patientenurteil	1	2	2	3
Summe	1	2 - 4	5 - 6	7 - 9

## 2.4.2 Der Harris - Hip - Score (HHS)

Zur Beurteilung des Hüftgelenkes stehen mittlerweile eine ganze Reihe an allgemeinen, wie z.B. der Larson- oder IOWA-Hip-Score, und spezielle Scores, je nach Fragestellung, zur Verfügung.

Zu den letztgenannten zählt der von Harris (1969) entwickelte und nach ihm benannte Score, der als ein mittlerweile allgemein anerkanntes Bewertungsschema für die Beurteilung des Hüftgelenkes eingesetzt wird. War er ursprünglich zur Anwendung bei posttraumatisch endoprothetisch versorgten Hüftgelenken entwickelt, so wird er heute überwiegend zur Beurteilung der Koxarthrose, aber eben auch ganz allgemein zur Evaluierung postoperativer Langzeitverläufe eingesetzt. Der Score hat einen 91 % subjektiven und einen 9 % objektiven Anteil bei einer Gesamtpunktzahl von 100. In der Gewichtung der Kriterien stehen die „Schmerzfreiheit“ mit max. 44 % und die Funktion mit 47 % an den obersten Stellen. Wie sich die Kriterien im Einzelnen zusammensetzen, wird aus der Auflistung im Anhang 5 deutlich. Lediglich 5 % können für das Bewegungsausmaß vergeben werden. Extension und Innenrotation werden gar nicht, Flexion und Abduktion am stärksten beurteilt. 4 % werden für Deformitäten, wie Beinlängendifferenzen über drei cm, Kontrakturen über 30 % bei Flexion und 10° bei Innenrotation und Abduktion zugeteilt.

Da die Bewertung der Beweglichkeit mit dem Originalscore nach Harris etwas umständlich ist, kommen bereits modifizierte Versionen, etwa von Haddad et al. (1990), zum Einsatz. Durch die Ergebnisse von Krämer und Maichl (1993) sowie von Södermann (2001) konnten die hohe Allgemeingültigkeit, Validität und Reliabilität des

HHS jüngst aufgezeigt werden. Aus Tab. 12 wird die abschließende Beurteilung des Scores deutlich.

**Tab.12: Gesamtbeurteilung des Harris-Hip-Scores (aus: Konermann, 1999, S. 29)**

Punkte	Definition
90-100	sehr gut
80-89	gut
70-79	mäßig
<70	schlecht

### 2.4.3 Der Merle d'Aubigné und Postel - Score

Ein weiterer spezieller Hüftscore ist der von Merle d'Aubigné und Postel (1954) entwickelte Score, der ursprünglich ebenfalls zur Beurteilung von Hüftgelenksendoprothesen gedacht war. Eine allgemeine Anwendung ist heute allerdings üblich und anerkannt, er zählt mittlerweile zu den meist zitierten Bewertungsschemata in der Orthopädie (Krämer und Maichl, 1993).

Der Score besteht zu ca. 66 % aus subjektiven und zu 34 % aus objektiven Kriterien. Die Kriteriengewichtung der drei Items Pain (Schmerz), Mobility (Bewegungsausmaß) und Ability to walk (Gang) ist zu je 33,3 % gleich.

In den drei Items können je maximal sechs Punkte erreicht werden, so dass sich eine Gesamtpunktzahl von 18 ergibt. Die Unterteilung und Punktegewichtung dieses Scores geht aus Anhang 6 hervor. Die Gesamtbewertung ist in Tab. 13 wiedergegeben.

**Tab.13: Gesamtbeurteilung des Merle d'Aubigné und Postel – Scores (aus: Krämer, 1993, S. 190)**

Punkte	Definition
11-12	sehr gut
10	gut
9	mäßig
8	schlecht
<8	miserabel

#### 2.4.4 Der Gao - Score

Der von Gao et al. (1988) entwickelte Score zählt ebenfalls zu den speziellen Scores. Er hat seine ursprüngliche Anwendung in der Bewertung der kongenitalen Hüftluxation bei Kindern sowie postoperativ nach Acetabulumplastiken. Der Score setzt sich aus klinischen und radiologischen Parametern zusammen, maximal können 25 Punkte erreicht werden. Insgesamt wird eine Objektivität von 76 % und eine Subjektivität von 24 % erreicht. Die hohe Objektivität entsteht vor allem durch die radiologische Auswertung. Die klinischen Kriterien Schmerz, Hinken, Funktion, Beinlängenverkürzung und ein positives Trendelenburg Zeichen gehen jeweils zu 8 % in die Gesamtbewertung ein. Der Parameter Bewegungsausmaß wird mit 20 % bewertet. Zu den radiologischen Kriterien zählt die Femurkopfbewertung, die Acetabulumbewertung, die Ausbildung der Shenton-Ménardsche Linie und der CE-Winkel. Die Shenton-Ménardsche Linie beschreibt einen gleichmäßig verlaufenden Bogen, ausgehend als Verlängerung der medialen Schenkelhalskontur mit einer kranialen Umrandung, gebildet durch das Foramen obturatorium. Bei Luxationshüften ist dieser Bogen unterbrochen, da der Schenkelhals höher tritt. Unzuverlässigkeiten ergeben sich, da Rotationsfehlstellungen des Femurs diese Linie beeinflussen (Bernau und Buckup, 1999). Die Gesamtpunktzahl ergibt sich aus 15 Punkten durch die klinische Auswertung und aus zehn Punkten durch die radiologischen Parameter. Wie sich die Punktvergabe und Gewichtung zusammensetzen, ist unter Anhang 7 zu sehen. Obwohl in der vorgelegten Studie keine Acetabulumplastiken beurteilt wurden, eignet sich dieser Score zur Verlaufsbeurteilung, da er charakteristische Veränderungen am Hüftgelenk, wie den CE – Winkel, die Ausbildung des Acetabulum und die „Shenton-Ménardsche-Linie“ (auch Makass-Linie genannt), beurteilt. Die Gesamtbeurteilung zeigt Tab. 14. Eine allgemeine Anwendung wird von Krämer und Maichl (1993) zwar verneint, aufgrund der Beurteilung der radiologischen Parameter kam dieser selten angewendete Score aber in dieser Arbeit zur Anwendung.



**Tab.14: Gesamtbeurteilung des Gao- Scores (aus: Krämer, 1993, S. 217)**

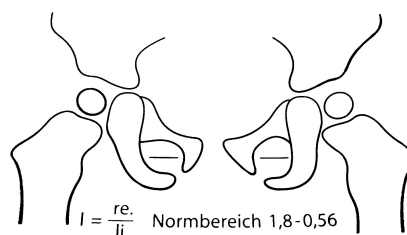
Punkte	Definition
21-22	exzellent
16-20	gut
11-15	mäßig
<11	schlecht
<8	miserabel

## 2.5. Die radiologische Nachuntersuchung

Die Beckenübersichtsaufnahmen wurden als erstes unter den Gesichtspunkten des Strahlenschutzes beurteilt. Hierbei wurde auf die korrekte Einblendung der Bilder genauso geachtet wie auf den Gonadenschutz.

Zur Auswertung sollten nur Aufnahmen kommen, die nicht aufgrund von Lagerungsfehlern verdreht waren und somit projektionsbedingte Pathologien vortäuschen.

Als objektives Kriterium diene uns hierfür der Drehquotient des Beckens nach Tönnis und Brunken (1984), dessen Konstruktion aus der Abbildung 25 hervorgeht. Um Seitverdrehungen des Beckens zu bemerken bzw. eine Mittelstellung des Beckens zu gewährleisten, wird dieser Index gebildet, indem der Querdurchmesser des rechten durch den Querdurchmesser des linken Foramen obturatorium geteilt wird. Der so ermittelte Wert sollte zwischen 1,8 und 0,56 liegen, dann beträgt der Messfehler zwischen dem Pfannendachwinkel rechts und links im Durchschnitt 2° (Bernau und Buckup, 1999). Wird der Wert z.B. für die rechte Seite kleiner, so bedeutet dies eine Verkipfung des Beckens vermehrt zur rechten Seite, entsprechend ist der Wert für links größer.



**Abb. 25 Ermittlung des Querdurchmessers der Foramina obturata zur Berechnung des Drehquotienten (Aus: Konermann, W., Tschauer, C. (Hrsg.): Die Hüftreifeungsstörung, Steinkopff-Verlag, 1999, S. 220)**

Nachdem dieses Eingangskriterium erfüllt wurde, begann die eigentliche Auswertung der Röntgenbilder.

Dabei wurden zunächst die Bilder zum Nachuntersuchungszeitpunkt und dann die prä –und unmittelbar postoperativ angefertigten Beckenübersichtsaufnahmen ausgewertet. In allen Bildern wurden der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (1925) (AC-Winkel, Acetabular Index), der Centrum-Ecken-Winkel nach Wiberg (1939) (CE-Winkel, Center / End of the roof), der Pfannendachwinkel nach Idelberger und Frank (1952) (ACM-Winkel), der Centrum-Collum-Diaphysenwinkel nach Müller (1957) (CCD-Winkel), der Kopfepiphysen-Schenkelhals-Winkel nach Jäger und Refior (1974) (KE-Winkel), der Schenkelhalsindex nach Tönnis (1985), die Dezentrierungsstrecke nach Busse et al. (1972) (d) sowie der Hüftwert nach Busse (1972) (HW) und nach Schulze und Schneider (1981) bestimmt.

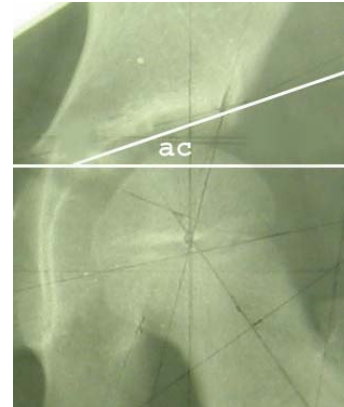
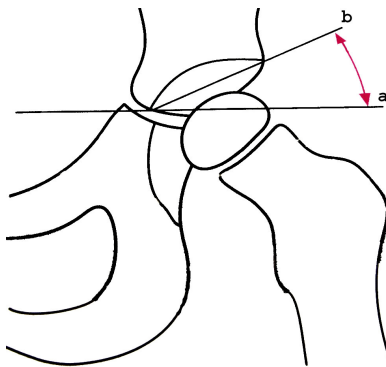
Zur Beurteilung der Winkelmaße der Röntgenbilder zu den drei Zeitpunkten T1 (präoperativ), T2 (postoperativ) und T3 (Nachuntersuchung) wurden die altersabhängigen Auswertungstabellen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (1985) mit den Einteilungen in die Bewertungsgrade 1(normal) bis 4 (extrem pathologisch) zugrunde gelegt. Auch die Einteilung für die Luxations- und Nekrosegrade erfolgte anhand dieser Kriterien.

Die Winkelgrade wurden mit dem Röntgen-Ischiometer nach M. E. Müller (1957) bestimmt. Anschließend sollen die Definitionen, Normwerttabellen und die Konstruktion der radiologischen Parameter aufgezeigt werden.

### **2.5.1 Der AC-Winkel nach Hilgenreiner (1925)**

Der Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner, im Angloamerikanischen auch als „acetabular angle“ oder „acetabular index“ bezeichnet, wird folgendermaßen gebildet: Nachdem die so genannte „Hilgenreiner-Linie“ (in Abb. 26 als „a“ bezeichnet) als Transversale durch beide Darmbeinfugen (Y-Fuge), die dabei den kaudalsten Rand des Pfannendaches berührt, eingezeichnet wurde, wird eine zweite winkelbildende Linie (in Abb. 26 als „b“ bezeichnet) eingezeichnet, die sich von diesem untersten Punkt des Pfannendaches hin zum äußersten Punkt in der Art zieht, dass sie durch das Ende der Sklerosierungslinie und damit durch den Erkerpunkt geht.

Vom Berührungspunkt der Hilgenreiner-Linie mit dem Darmbein (Y-Fuge) wird ein zweiter Schenkel zu dem jeweils am weitesten nach lateral vorschwingenden Teil des Pfannenerkers gezogen. Zwischen diesen beiden Linien wird der Winkel gemessen. Abbildung 26 zeigt die Konstruktion und Tabelle 14 gibt die Normalwerte dieses Winkels wieder.



**Abb.26:** Konstruktion des Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (Skizze links modifiziert nach Konermann, 1999, S. 224, rechts eigene Zeichnung)

**Tab.15: Normalwerte des AC-Winkels und Ihre Abweichungsgrade (aus: Krämer, 1993, S. 270)**

Alter (Jahre/Monate)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (leicht pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
0/3+0/4.	25°	<30°	≥30°-<35°	≥35°-<40°	≥40°
0/5-2/0	20°	<25°	≥25°-<30°	≥30°-<35°	≥35°
2-3	18°	<23°	≥23°-<28°	≥28°-<33°	≥33°
3-7	15°	<20°	≥20°-<25°	≥25°-<30°	≥30°
7-14	10°	<15°	≥15°-<20°	≥20°-<25°	≥25°

Der AC-Winkel ist streng altersabhängig und wird als Beschreibungshilfe für das dysplastische Gelenk häufig eingesetzt.

Bernau und Buckup (1999) stufen ihn sogar als den wichtigsten Winkel zur Beurteilung der Hüftpfannenentwicklung ein. Er gibt Auskunft über die Steilheit, über die Neigung der knöchernen Anteile der Pfanne und kann als ein Maß für die Druckübertragung am Hüftgelenk gesehen werden, die umso physiologischer ist, desto kleiner der AC-Winkel und desto kleiner der resultierende Neigungswinkel sind. Hilgenreiner selber bestimmte den Winkel nur bis zum 14 Lebensjahr.

Für die Konstruktion des Winkels nach dem Wachstumsabschluss und damit nach dem Verschwinden der Y-Fuge haben wir durch den untersten Punkt der Sklerosierungslinie eine Horizontale äquivalent zur "Hilgenreiner-Linie" gelegt.

Von dort wurde dann eine Tangente zum Pfannenerker hin gebildet und so, wie vorher schon beschrieben, der Winkel als AC-Winkel gemessen.

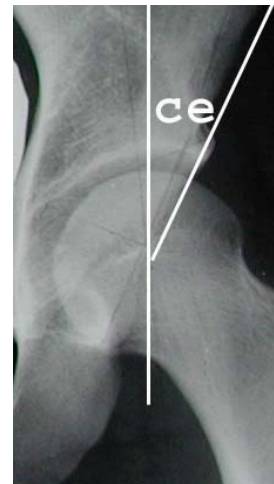
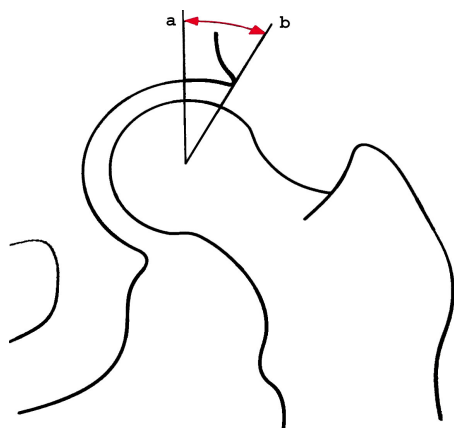
Schwierig gestaltet sich hier teilweise die exakte Ermittlung des knöchernen Pfannenerkers. Wurden vorderer und hinterer Pfannenrand getrennt projiziert, wurde der Schnittpunkt beider Projektionslinien als Messpunkt definiert. Tönnis und Brunken (1968) geben eine Fehlerbreite bei der Winkelbestimmung von ungefähr 2 % an und stufen dies als akzeptabel ein, weisen allerdings auf die Anfälligkeit dieses Winkels auf projektionsbedingte Veränderungen durch Verdrehung oder Verkipfung des Beckens hin.

### **2.5.2 Der CE-Winkel nach Wiberg (1939)**

Der CE - Winkel nach Wiberg gibt Informationen über die laterale knöcherne Überdachung des zentrierten Hüftgelenkes. Er gilt dabei als ein Maßstab für die Beziehung zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne in der Frontalebene (Bernau und Buckup, 1999). Verkleinert sich der Wert, so liegt entweder eine unzureichende Hüftkopfeinstellung oder eine mangelnde Ausbildung des Pfannenerkers vor. D.h. je flacher eine Pfanne und je größer damit das Ausmaß einer Subluxation, desto kleiner wird der Winkel, dieser kann im Extremfall sogar negative Werte haben.

Wie dieser Winkel konstruiert wird, gibt schon die Abkürzung "CE" preis, "C" steht für Englisch, abgekürzt "center of the head", also Hüftkopfszentrum und "E" für Englisch, abgekürzt "end of the roof", übersetzt Ende des Pfannenerkers. Abbildung 27 zeigt die Bestimmung des Winkels. Dabei wird eine Senkrechte (in Abb.27 als "a" bezeichnet) als Lot parallel zur Körperachse durch das Hüftkopfszentrum gelegt und eine Tangente (in Abb.27 als "b" bezeichnet) vom Kopfszentrum zum Erker eingezeichnet. Der Winkel zwischen diesen beiden Linien entspricht dem CE-Winkel. Schwierigkeiten bereitet die Messung des CE-Winkels bei noch ausstehender Verknöcherung des Hüftkopfes. Hier kann nicht, wie sonst üblich, mit Hilfe der konzentrischen Kreise des Ischiometers nach M. E. Müller gearbeitet werden,

sondern es muss anstelle des Hüftkopfzentrums bei Kindern bis zum Alter von zwei Jahren das Zentrum des Ossifikationskerns als Rotationszentrum definiert werden (Scoles et al., 1987). Niethard (2001) gibt diesbezüglich zu bedenken, dass der CE-Winkel erst zuverlässig ab fünf Jahren bestimmt werden kann. Problematisch ist auch die Messung bei entrundeten oder deformierten Hüftköpfen, bei denen dann letztendlich die biomechanisch belasteten Hüftkopfabschnitte für die Ermittlung des Kopfzentrums einbezogen werden müssen. Schon von Wiberg (1939) selber und auch z.B. von Brückl (1972) wurden Normalwerttabellen entwickelt, hiernach gelten Werte über  $20^\circ$  in allen Altersgruppen als normal, Tabelle 15 zeigt die Wertegewichtung dieses Winkels. Durch die Untersuchungen von Engelhardt (1988) konnten die enorme Wertigkeit und die Aussagekraft dieses Hüftparameters bestätigt werden.



**Abb.27:** Konstruktion des Zentrum-Ecken-Winkels nach Wiberg (Skizze links modifiziert nach Konermann, 1999, S. 224, rechts eigene Zeichnung)

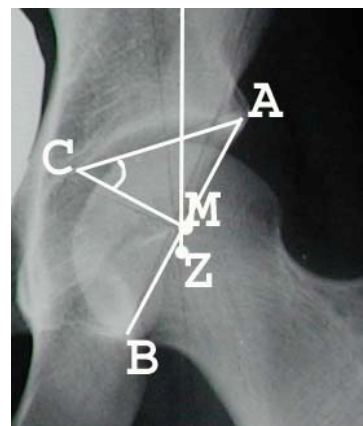
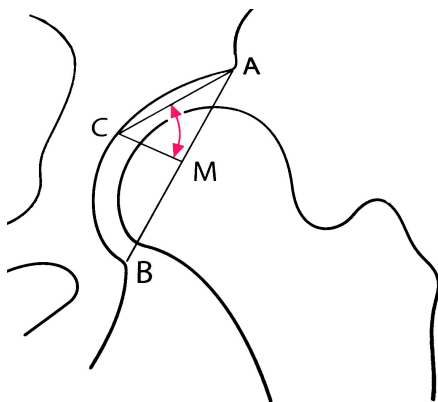
**Tab.16: Normalwerte des CE-Winkels und Ihre Abweichungsgrade (aus: Krämer, 1993, S. 270)**

Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
$\geq 0$ - $\leq 8$	$25^\circ$	$\geq 20^\circ$	$\geq 15^\circ$ - $< 20^\circ$	$\geq 0^\circ$ - $< 15^\circ$	$< 0^\circ$
$\geq 8$ - $\leq 18$	$32^\circ$	$\geq 25^\circ$	$\geq 20^\circ$ - $< 25^\circ$	$\geq 5^\circ$ - $< 20^\circ$	$< 5^\circ$
$\geq 18$ -50	$35^\circ$	$\geq 30^\circ$	$\geq 20^\circ$ - $< 30^\circ$	$\geq 5^\circ$ - $< 20^\circ$	$< 5^\circ$

### 2.5.3 Der ACM-Winkel nach Idelberger und Frank (1952)

Der ACM- Winkel nach Idelberger und Frank gilt als Maß für die Beurteilung der gesamten Pfanne, insbesondere der Pfannentiefe. Nach Idelberger handelt es sich um einen alters- und geschlechtsunabhängigen Winkel, der dem anatomischen Pfannendachwinkel entspricht und für beide Seiten getrennt messbar ist. Aus der Abbildung 28 wird die Konstruktion mit Hilfe der Punkte A, B, C und M deutlich. A ist hierbei der äußerste kranial-laterale Punkt des Pfannenerkers. B stellt sich als aufgehellter Punkt am Ende der fascia lunata dar, dort wo die Pfanne an ihrem kaudalsten Punkt lateral ausläuft. Die Mitte der Strecke AB bildet M. C liegt dann auf dem Schnittpunkt des in M aufgerichteten Lotes mit der halbkreisförmigen Pfannenbegrenzungslinie.

Der ACM-Winkel wird von den Strecken AC und CM gebildet (Tönnis 1985). Dieser Winkel ist nahezu unabhängig von der Verdrehung oder Verkipfung des Beckens (Bernau und Buckup, 1999). Schwierig bei Kindern unter zwei Jahren ist häufig die Definition des Punktes B, der kaudale Pfannenrand, an den die Incisura acetabuli heranreicht, hier können sich Ungenauigkeiten ergeben. Der ACM-Winkel beschreibt die Pfannentiefe und die Form der Hüftpfanne, also z.B. halbkugelig oder flach, eine Aussage über die Pfannenneigung zur Horizontalen beschreibt er nicht. Als Normalwerte werden von den Erstbeschreibern Werte für Erwachsenen von 40° oder 50° angegeben. Nach Busse et al, (1972) gilt ein Winkel um 45° $\pm$  3.2° als normal. Die einzelnen Graduierungen gehen aus der Tabelle 17 hervor.



**Abb.28:** Konstruktion des ACM-Winkels nach Idelberger und Frank (Skizze links modifiziert nach Konerrmann, 1999, S. 240, rechts eigene Zeichnung)

**Tab.17: Normalwerte des ACM-Winkels und Ihre Abweichungsgrade (aus: Krämer, 1993, S. 270)**

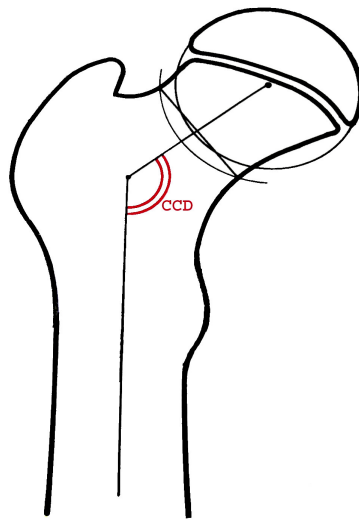
Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
>2	45°	<50°	≥50°-<55°	≥55°-<60°	≥60°

#### 2.5.4 Der Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD) nach Müller (1957)

Der Schenkelhals-Schaft-Winkel (CCD) ist der Winkel, den die Längsachsen des Femurhalses und des Femurschaftes miteinander bilden (Bernau und Buckup ,1999). Er wird gebildet, indem anhand der konzentrischen Ringe auf dem Ischiometer nach M. E Müller das Hüftkopfbzentrum bestimmt wird. Dabei soll der Kreisbogen den Diaphysenstachel, den äußersten oberen Punkt der Kopfepiphyse und den größten Teil der Kopfrundung enthalten. Vom Kopfbzentrum aus wird dann ein weiterer Kreisbogen durch die stärkste Schenkelhalstaille gelegt und die Schnittpunkte mit der Schenkelhalskortikalis miteinander durch eine Gerade verbunden.

Durch Festlegung der Mittellinie zwischen den Femurschaftkonturen ergibt sich die Schaftachse. Der Schnittpunkt dieser Linie mit der Schaftachse lässt dann den Schenkelhalswinkel entstehen, siehe hierzu Abbildung 29. Bedingung für diese Aufnahme ist eine achsgerechte Lagerung der Knie exakt a.-p., damit keine Rotationsfehler entstehen, die einen zu steilen, d.h. zu großen CCD-Winkel vortäuschen können (Tönnis 1985). So erhält man den so genannten "projizierten" CCD-Winkel, den "reellen" Winkel muss man aus speziellen Umrechnungstabellen ablesen. Schon M. E. Müller hat 1957 solche Umrechnungstabellen angegeben. Hierfür ist allerdings der von Schultz, Dunn und Rippstein beschriebene AT-Winkel, der Antetorsionswinkel, notwendig. Diesen Winkel erhält man nur durch die Anfertigung einer zweiten axialen Röntgenaufnahme, mit deren Hilfe dann der "reelle" CCD-Winkel abgelesen werden kann. Zum Anfertigen dieser zweiten Aufnahme muss der Patient auf einem speziellen Gerät nach Rippstein mit 90° Beugung der Hüft- und Kniegelenke und 20° Abduktion im Hüftgelenk gelagert

werden. Der AT-Winkel ergibt sich dann aus der Schenkelhalsachse und dem abgebildeten Lagerungsgestell als horizontale Bezugsachse, er kann dann analog zum CCD-Winkel mit dem Ischiometer abgelesen werden. Von Lanz (1950) wird ein durchschnittlicher AT-Winkel beim Erwachsenen von  $12^\circ$  angegeben. In dieser Studie wurde auf die Anfertigung dieser zweiten, axialen Aufnahme vor allem aus Strahlenschutzgründen verzichtet. Wenn im Folgenden vom CCD-Winkel gesprochen wird, so ist stets der "projizierte" Winkel gemeint.



**Abb.29: Konstruktion des CCD-Winkels nach M. E. Müller (eigene Zeichnung)**

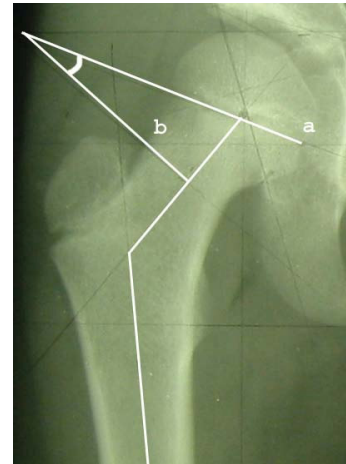
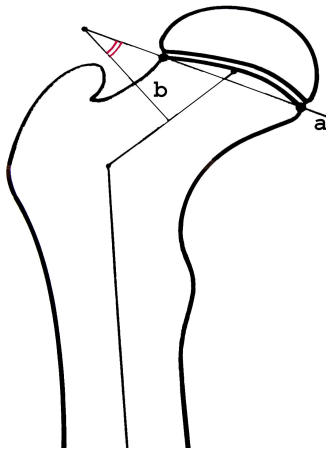
**Tab.18: Normalwerte des CCD-Winkels und Ihre Abweichungsgrade (aus: Krämer, 1993, S. 271)**

Alter (Jahre)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
1-3	125°-150°	150°-155°	155°-160°	>160°
3-5	125-145°	115°-125° 145°-150°	105°-115° 150°-155°	<105° >155°
5-10	120-145°	115°-125° 145°-150°	105°-115° 150°-155°	<105° >155°
10-14	120-140°	110°-120° 140°-145°	100°-110° 145°-155°	<100° >155°
<14	120-135°	110°-120° 135°-140° 110°-120°	100°-110° 140°-150° 100°-110°	<100° >150° <100°



### 2.5.5 Der KE-Winkel nach Jäger und Refior (1974)

Zur Konstruktion dieses Winkels wird zunächst eine Tangente (in Abb. 28 als “a“ bezeichnet) angelegt, die durch einen medialen und lateralen Punkt des Schenkelhalses geht. Diese beiden medialen und lateralen Punkte sollten der Kopfepiphyse im kürzesten Abstand gegenüberliegen. Der KE-Winkel entsteht dann zwischen dieser Linie und der auf die Schenkelhalsachse gefällten Senkrechten (in Abb. 28 als “b“ bezeichnet) (Tönnis 1985). Der Winkel ist ein Maß für die Stellung der Kopfepiphysenfuge zum Schenkelhals. Dieser Winkel ist normalerweise positiv, denn dann liegt die eingezeichnete Senkrechte lateral der Epiphysenlinie, die Konstruierung dieses Winkels geht aus der Abbildung 30 hervor. Da der KE-Winkel die Stellung der Epiphyse zum Schenkelhals beschreibt, kann man bei stark erhöhtem Winkel auch von einem valgischen Wert bzw. bei stark erniedrigtem Winkel auch von einem varischen KE-Winkel sprechen. Mit Hilfe dieses Winkels sollte versucht werden, neben dem CCD-Winkel das Revalgisierungsverhalten des osteotomierten Schenkelhalses zu beschreiben. Hierzu dient auch die von Jansen (1925) geprägte “Kopf-im-Nacken-Lage“, die eine dauerhafte falsche Stellung der Epiphyse beschreibt. Diese Fehllage kann zur erneuten Subluxation und so zur Verschlechterung des Gesamtbefundes führen (Behrens und Tönnis, 1985). Schittich (1995) konnte zeigen, dass diese “Kopf-im-Nacken-Lage“ nach Varisierungsosteotomie fast ausschließlich in Kombinationen mit Hüftkopfnekrosen auftraten. Nach Jäger und Refior (1974) gelten Winkelwerte von  $25 \pm 5^\circ$ , bei Maximalwerten von  $15^\circ$ - $35^\circ$  als normal. Winkel, die über diese Normalwerte hinausgehen, zeigen die “Kopf-im-Nacken-Lage“ an. Aus Tabelle 19 gehen die Mittelwerte und die einfachen sowie doppelten Standardabweichungen für diesen Winkel hervor.



**Abb.30:** Konstruktion des KE-Winkels nach Jäger und Refior (Skizze links aus: Tönnis, 1984, S.141, Skizze rechts eigene Zeichnung)

**Tab.19: Normalwerte des KE-Winkels und Ihre Abweichungsgrade (Tönnis, 1985, S. 142)**

Alter (Jahre)	- 2s*	-1s	normal	+1s	+2s
≥1-<2	<6	≥6-<11	≥11-<21	≥21-<26	≥26
≥2-<3	<4	≥4-<9	≥9-<19	≥19-<24	≥24
≥3-<4	<4	≥4-<9	≥9-<19	≥19-<24	≥24
≥4-<5	<5	≥5-<10	≥10-<20	≥20-<25	≥25
≥5-<6	<5	≥5-<10	≥10-<20	≥20-<25	≥25
≥6-<7	<6	≥6-<10	≥11-<21	≥21-<26	≥26
≥7-<8	<6	≥6-<10	≥11-<21	≥21-<26	≥26
≥8-<9	<8	≥8-<13	≥13-<23	≥23-<28	≥28
≥9-<10	<8	≥8-<13	≥13-<23	≥23-<28	≥28
≥10-<11	<8	≥8-<13	≥13-<23	≥23-<28	≥28

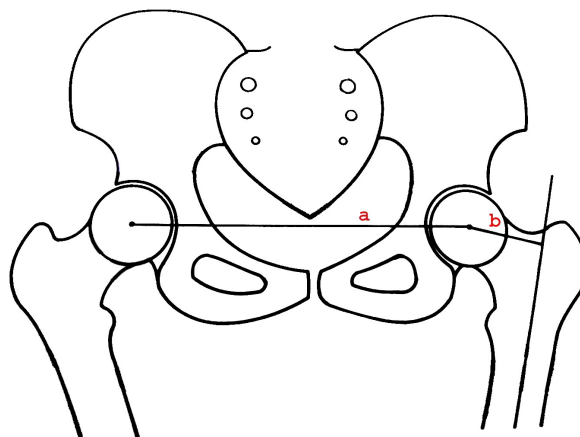
\*s = Standardabweichung

## 2.5.6 Der Schenkelhalsindex nach Tönnis (1985)

Dieser Quotient ist ein Maß für die Stellung des Schaftes bzw. seiner Unterstellung. Er wurde von dem Arbeitskreis für Hüftdysplasie eingeführt, um den Einfluss einer Medialisierung des Femurschaftes bei Varisierungsosteotomie (Unterstellung) auf die Revalgisierung zu bewerten (Tönnis 1985). Dieser Index geht aus dem Quotienten des Abstands der beiden Hüftkopffzentren voneinander und der Schenkelhalslänge

hervor. Die Schenkelhalslänge konstruiert sich aus der Strecke, vom Kopfmittelpunkt ausgehend, senkrecht auf die verlängerte Schaftachse treffend. Ein großer Index kann nun entweder auf eine starke Medialisierung und/oder auf eine geringe Varisierung postoperativ zurückgeführt werden. Da es bei der DVO nach Bernbeck zu einer starken Varisierung ohne Medialisierung kommt, wären kleine Schenkelhalsindizes zu erwarten. Aus der Abbildung 31 wird die Konstruktion und aus Tabelle 20 werden die Normalwerte dieses Parameters deutlich. In dieser Studie haben wir uns lediglich auf die Mittelwerte und die einfache Standardabweichung des Indexes beschränkt.

$$\text{Der Schenkelhalsindex} = \frac{\text{(a) Abstand der Hüftkopfmittelpunkte voneinander (mm)}}{\text{(b) Schenkelhalslänge (mm)}}$$



**Abb.31: Konstruktion des Schenkelhalsindex nach Tönnis (modifiziert nach Tönnis, 1984)**

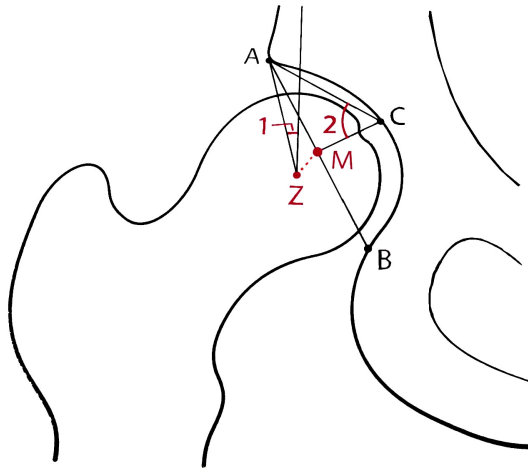
**Tab.20: Normalwerte des Schenkelhalsindex (Tönnis, 1985)**

<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Mittelwert (re+li)</b>	<b>+1s*</b>
2	8.46	2.52
3	7.62	2.26
4	7.20	1.96
5	6.76	1.51
6	6.20	1.69
7	6.04	1.55
8	5.78	1.10
9	5.57	1.17
10	5.29	1.02
11	5.33	1.00

\*s = Standardabweichung

### **2.5.7 Die Dezentrierungsstrecke (d) nach Busse et al. (1972)**

Diese Strecke dient der Berechnung des Hüftwertes nach Busse et al. Für ihre Konstruktion muss zunächst in schon beschriebener Weise der ACM- und CE-Winkel gezeichnet werden, dann ergibt sich die Dezentrierungsstrecke (d) als Strecke MZ zwischen dem Zentrum des Hüftkopfes Z und dem Mittelpunkt der Konstruktion des ACM-Winkels M, angegeben wird sie in mm. Sie gilt als Lagemaß zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne. Vergrößert sie sich, so vergrößert sich auch der Abstand der Gelenkpartner voneinander. Die Dezentrierungsstrecke wurde in dieser vorliegenden Arbeit nicht extra ausgewertet, sondern nur zur Berechnung des Hüftwertes verwendet, ihre Konstruktion wird aus der Abbildung 32 ersichtlich, die Normalwerte sind zusammen mit dem Hüftwert der Tabelle 22 zu entnehmen.



**Abb.32:** Konstruktion der Dezentrierungsstrecke MZ nach Busse et al. (modifiziert nach Tönnis, 1984, S. 128)

### 2.5.8 Der Hüftwert nach Busse et al. (1972)

Um eine bessere Gesamtbeurteilung des Hüftgelenkes vornehmen zu können, führten Busse, Gasteiger und Tönnis (1972) den Hüftwert ein. Die von Brückl (1972) veröffentlichten und jüngst bestätigten Normalwerte gehen aus der Tabelle 21 hervor (Brückl 1989). In den Hüftwert fließen die drei Maße ACM-Winkel, CE-Winkel und Dezentrierungsstrecke ein. Gibt der ACM-Winkel näherungsweise die Ausbildung der Hüftpfanne wieder, so beschreibt der CE-Winkel die Ausnutzung der Pfanne. Die Dezentrierungsstrecke als Maß der Dezentrierung der Kugelmittelpunkte ist bereits beschrieben worden. Betrachtet man den Hüftkopf als Kugel und die Hüftpfanne als aufnehmende Kugelschale, so kann der ACM-Winkel eine Aussage darüber liefern, zu wie viel Prozent die Kugelschale einer Halbkugel entspricht, und der CE-Winkel kann angeben, wie viel dieser Halbkugel den Hüftkopf überdacht. Um diese beiden entscheidenden Aussagen zu kombinieren, ist der Hüftwert heute ein anerkanntes Hilfsmittel, um vor allem eine größere Genauigkeit über normale oder pathologische Gelenke zu erhalten (Tönnis 1985). Welch prognostischer Wert dem Hüftwert heute zugesprochen wird, geht aus den Ergebnissen von Tönnis (1979) und Dürrschmidt (1981) hervor. Tönnis konnte zeigen, dass bei seinen Patienten im Alter zwischen 15 und 27 Jahren bei einem Hüftwert über 32 mit dem Auftreten von Schmerzen im Hüftgelenk bis zum Alter von 35 Jahren zu rechnen sei. Bei Dürrschmidt war bereits

fast ein Drittel der Patienten mit Hüftwerten zwischen 16 und 22 im Alter von 20 bis 30 Jahren symptomatisch. Ab Hüftwerten über 22 stieg dieser Anteil auf 50 % (Tönnis 1985). Der Hüftwert lässt sich, nachdem die einzelnen Parameter bekannt sind, nach der unten gezeigten Formel berechnen.

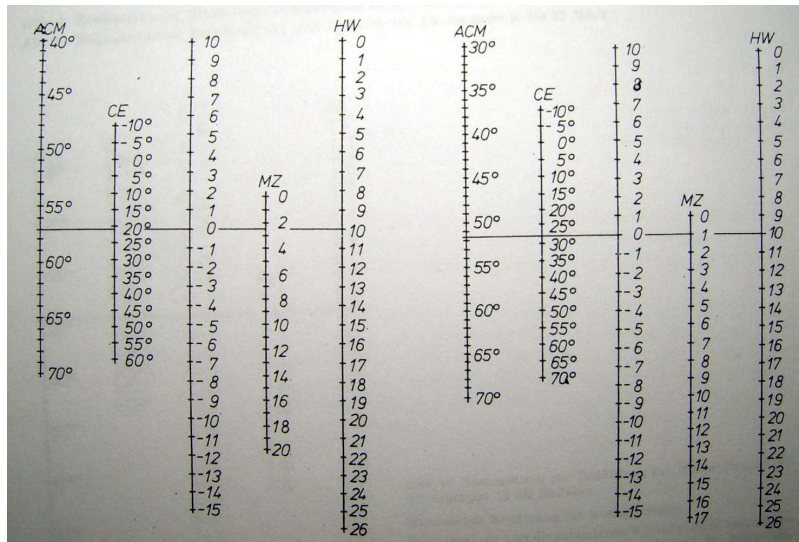
$$\textbf{Hüftwert} = \textbf{A} + \textbf{B} + \textbf{C} + 10$$

$$\textbf{A} = \sqrt{3} \times (\text{ACM} - \text{Mittelwert ACM}) / \text{Standardabweichung von ACM}$$

$$\textbf{B} = \sqrt{3} \times (\text{Mittelwert CE} - \text{CE}) / \text{Standardabweichung von CE}$$

$$\textbf{C} = \sqrt{3} \times (d - \text{Mittelwert d}) / \text{Standardabweichung von d}$$

In der Praxis hat sich die Bestimmung mit Hilfe altersabhängiger Nomogramme durchgesetzt. In solch einem Nomogramm (Abb. 33) werden die Werte für den ACM- und CE-Winkel auf beiden linken Skalen eingetragen. Die Verlängerung der Verbindung schneidet dann eine mittlere Skala, dieser Punkt wird mit dem ermittelten Wert für die Dezentrierungsstrecke verbunden, die Verlängerung schneidet dann wiederum eine vierte Skala, auf welcher der Hüftwert abgelesen werden kann. Die von Busse 1972 eingeführten Nomogramme lassen sich nur zuverlässig ab fünf Jahren anwenden, bei jüngeren Patienten ergeben sich Ungenauigkeiten. Schulze und Schneider (1981) haben erweiterte Nomogramme für die Alterstufen ein bis zwei und zwei bis fünf Jahre ermittelt. In dieser vorliegenden Arbeit wurden zunächst alle Hüftwerte mit Hilfe der Nomogramme nach Busse et al. und Schulze und Schneider bestimmt. Hüftwerte, die hiernach im Übergang zum Pathologischen gemäß der Einteilung nach Busse waren, wurden ergänzend mit Hilfe der oben aufgeführten Formel nachgerechnet, und der für das Gelenk "schlechtere" Wert wurde protokolliert.



**Abb.33:** Nomogramm zur Ermittlung des Hüftwertes für die Altersgruppe 1 bis 2 Jahre (links) und für die Altersgruppe 2 bis 5 Jahre (rechts) (nach Schulze und Schneider, 1981, S.337)

**Tab.21: Hüftwert nach Busse (Busse,1972, S. 72)**

Alter (Jahre)	Mittelwert (re+li)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Gard 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
≤5	10	≥6-<15	≥15-<20	≥20-<30	≥30
≤5-≥18	10	≥6-<15	≥15-<20	≥20-<30	≥30
Erwachsene	10	≥6-<16	≥16-<21	≥21-<31	≥31

**Tab.22: Die Dezentrierungsstrecke (d, in mm) (Brückl, 1989, S. 382)**

Alter (Jahre)	Normalwert	Mittelwert (re+li)	Standardabweichung
5-8	<5	3.2	1.7
9-12	<4	2.9	1.5
13-16	<5	3.1	1.5
17-20	<6	3.6	1.5
21-50	<6	3.9	1.7

Nachdem die im Vorherigen dargestellten Winkel und Hilfslinien in den Röntgenbildern eingezeichnet wurden, erfolgte für die Auswertung der einzelnen Daten die Aufteilung der Ausgangsstichprobe in drei Gruppen, abhängig vom

Operationsalter. Die drei Gruppen sind im Einzelnen die Altersgruppe eins (0-3 Jahre), die Altersgruppe zwei (4-8 Jahre) und die Altersgruppe drei (9-18 Jahre). Soweit möglich wurden die radiologischen Parameter zu drei Zeitpunkten, präoperativ (T1), postoperativ (T2) und zum Nachuntersuchungszeitpunkt (T3) im zeitlichen Verlauf ausgewertet. Zusätzlich wurden die Röntgenbilder auf bestehende Luxations- Nekrose- und Arthrosegrade hin ausgewertet. Die Einteilung der Luxationsgrade wurde schon unter Punkt 1.6 dargestellt. Die Nekrosegrade gehen aus Tab. 23 hervor, Tab. 24 gibt Auskunft über die Arthrosegrade.

**Tab.23: Die Nekrosegrade nach Tönnis (1985), (Konermann,1999, S. 32)**

<b>Grad 0</b>	<b>Grad 1</b>	<b>Grad 2</b>	<b>Grad 3</b>	<b>Grad 4</b>
Keine Veränderungen	Leichtester Grad der Veränderung, Hüftkopfkern leicht unscharf in der Berandung, leicht körnig und etwas unregelmäßig in der Struktur	Rand des Kopfkernes unregelmäßiger, Struktur körniger und aufgelockerter als bei Grad 1, deutliche Veränderungen. Oder : Ausgestanzter Teildefekte des Hüftkopfes	Hüftkopfkern schollig zerfallen und nur in einzelnen Fragmenten oder als flacher Streifen erkennbar	Metaphysäre Beteiligung, Unregelmäßigkeiten auch an der Epiphysenfuge des Schenkelhalses und im Schenkelhals selbst

**Tab.24: Die Arthrosegrade nach Tönnis (1985), (Konermann, 1999, S. 30)**

<b>Grad 0</b>	<b>Grad 1</b>	<b>Grad 2</b>	<b>Grad 3</b>
Keine Veränderungen	Vermehrte Sklerosierung von Kopf und Pfanne, geringe Gelenkspaltverschmälerung, geringer Randwulstbau	Kleine Zysten in Kopf und Pfanne, zunehmende Gelenkspaltverschmälerung, mäßige Kopfentrundung	Große Zysten in Kopf und Pfanne, starke Gelenkspaltverschmälerung bis zur völligen Aufhebung, starke Kopfentrundung, Kopfnekrosen



### **2.5.9 Fehlerquellen**

Die Auswertung der Röntgenbilder ist sicherlich mit aufnahmebedingten Lagerungsfehlern behaftet. Hier wurde versucht, mit Hilfe der Einschlusskriterien Schwankungsbreiten zu minimieren. Die Einzeichnung und das Messen der radiologischen Parameter obliegen letztendlich auch einer gewissen subjektiven Verzerrung. Andere Untersucher kämen vielleicht zu etwas abweichenden Werten. Da in der vorliegenden Arbeit lediglich ein Untersucher mit der Ausmessung betreut war, hoffen wir, etwaige Streuungsfehler zu reduzieren. Die so ermittelten Werte können nicht als absolute Werte im strengen Sinne interpretiert werden.

## **2.6 Statistische Auswertung der Daten**

Die Auswertung der Daten wurde mit dem Statistikprogrammpaket SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) für Windows in der Version 10.0 durchgeführt. Die eingesetzten statistischen Verfahren (zum Beispiel Oneway analysis of variance) entsprechen, soweit nicht anders angegeben, der SPSS-Routine.

Das Vorliegen der Normalverteiltheit als Voraussetzung für parametrische Rechenverfahren wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest geprüft. Im Folgenden wurden für die querschnittlichen Analysen einfaktorielle univariate Varianzanalysen (Oneway) eingesetzt. Für den Vergleich der Veränderungswerte der Mittelwerte zwischen den einzelnen Gruppen wurde die einfaktorielle univariate Varianzanalyse angewendet. Lagen homogene Varianzen vor, wurden für die Mittelwertsvergleiche Scheffé-Tests ausgewählt. Im Falle inhomogener Varianzen kamen alternativ Tamhane's Tests zum Einsatz.

Zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen quantitativen Variablen kam der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zum Einsatz.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit wird mit  $p$  abgekürzt, eine Fehlerwahrscheinlichkeit unter 5 % wird als signifikant bezeichnet. Die benutzten Abkürzungen lauten wie folgt: MW (Mittelwert), SD (Standardabweichung), F (Prüfstatistik), df

(Freiheitsgarde),  $p$  (Fehlerwahrscheinlichkeit),  $N$  (Stichprobengröße),  $n$  (Teilstichprobengröße),  $r$  (Korrelationskoeffizient).

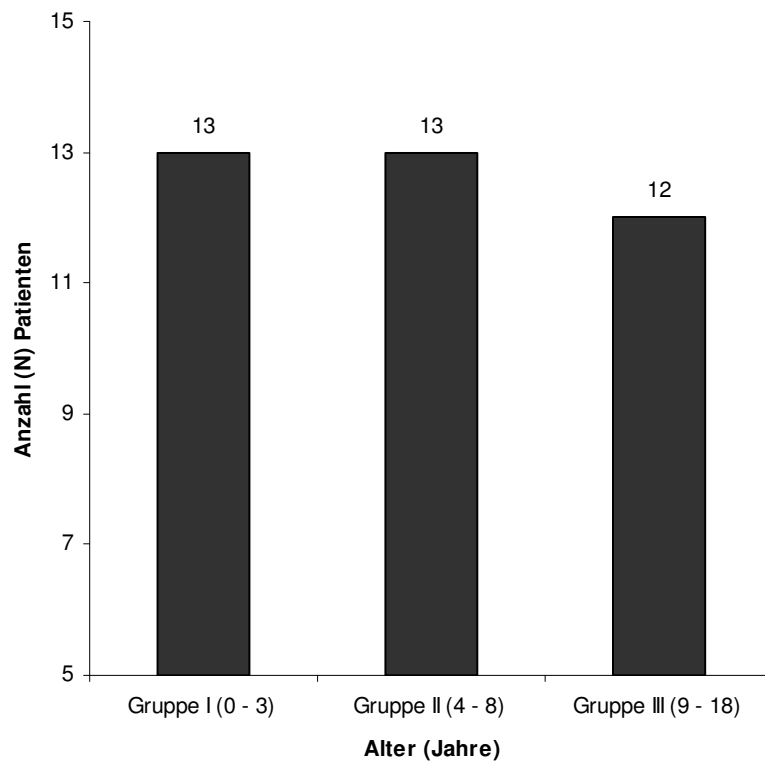
### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Stichprobenbeschreibung, soziodemografische Merkmale und subjektiver Krankheitsverlauf**

##### **3.1.1 Das Operationsalter**

Zum Operationszeitpunkt betrug das Alter im Durchschnitt 6.21 Jahre ( $SD = 4.83$ ), wobei der jüngste Patient ein Jahr und zwei Monate und der älteste Patient 18 Jahre war. In der unten aufgeführten Grafik wird die Aufteilung der Stichprobe ( $N$ ) in ihre Teilstichproben ( $n$ ), abhängig vom Operationsalter, deutlich.

In den Altersgruppen eins (0-3 Jahre) und zwei (4-8 Jahre) findet sich eine gleichmäßige Verteilung mit je 13 Patienten (34.2 %), die älteste Gruppe bestand aus 12 Personen (31.6 %). Zum Nachuntersuchungszeitpunkt waren die Patienten im Mittel 31.10 ( $SD = 4.17$ ) Jahre alt. Die Altersspanne reichte von 25 bis 39 Jahren. Unabhängig vom Geschlecht der Patienten wurde das Nachuntersuchungskollektiv in die oben aufgeführten Gruppen (I-III), abhängig vom Alter zum Operationszeitpunkt, eingeteilt. Ist im Folgenden von z.B. Gruppe I die Rede, dann ist stets die Altersgruppe I (0-3 Jahre zum Operationszeitpunkt) gemeint.

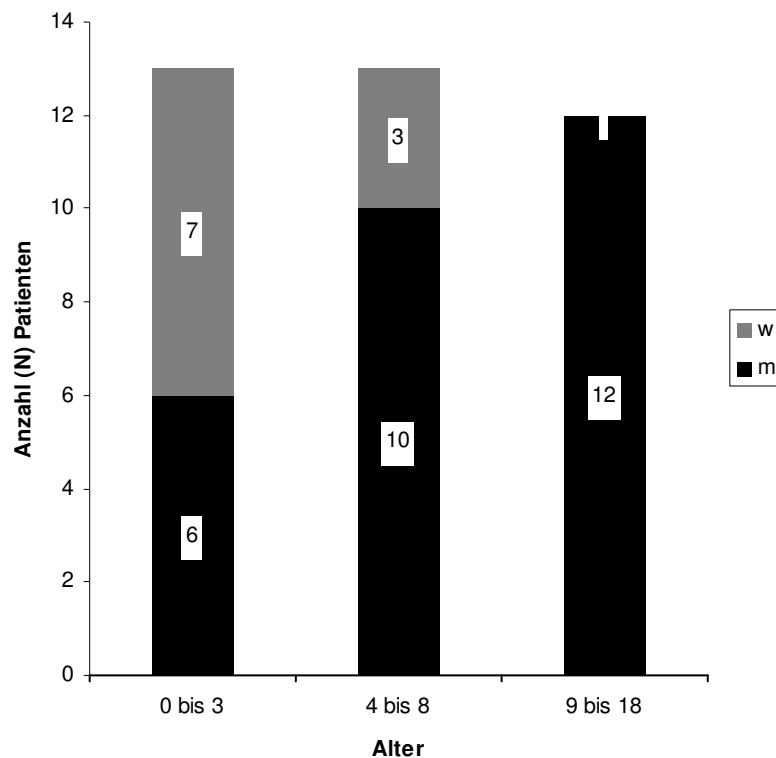


**Abb.34: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation**

### 3.1.2 Das Geschlecht

Bezüglich des Geschlechts fanden sich in der Stichprobe 28 (73.7%) männliche und 10 (26.3%) weibliche Personen. Die einzelnen Altersgruppen setzten sich, aufgeteilt nach dem Operationsalter, wie folgt zusammen.

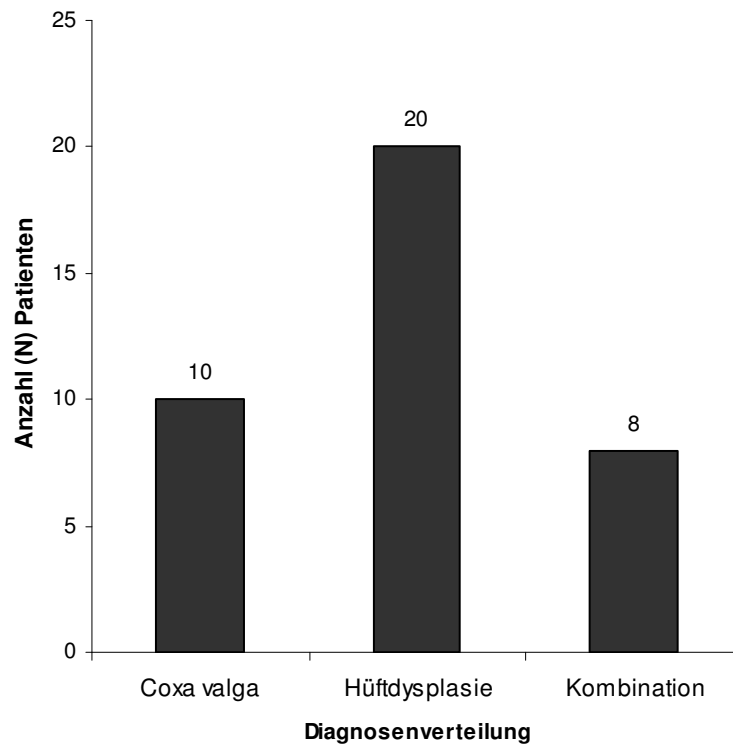
Auffallend ist hierbei, dass sich die Gruppe mit den Patienten im Alter von neun bis 18 Jahren zum Operationszeitpunkt ausschließlich aus männlichen Personen zusammensetzte. Die drei Altersgruppen unterscheiden sich in der Verteilung des Geschlechts signifikant voneinander ( $\chi^2 = 9.43$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,009$ ).



**Abb.35:** Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation in Abhängigkeit vom Geschlecht

### 3.1.3 Verteilung der Diagnosen

Die Aufschlüsselung der präoperativen Diagnosen aus den Operationsbüchern ergab in 10 Fällen (26.3 %) eine beidseitig bestehende Coxa valga als Indikation für die DVO. 20 Patienten (52.6 %) hatten eine reine Hüftdysplasie, ebenfalls beidseitig. In acht (21.1 %) Fällen fand sich eine Kombination aus Hüftdysplasie mit zusätzlich bestehender einseitiger Coxa valga. Jeweils bei drei dieser Patientinnen war eine linksseitige Coxa valga dokumentiert, bei insgesamt fünf Patienten war das rechte Hüftgelenk betroffen.



**Abb.36:** Indikationen zur DVO

### 3.1.4 Nachuntersuchungsintervall

Im Durchschnitt waren zwischen der Operation und der Nachuntersuchung 24.40 (SD = 3.22) Jahre vergangen. 20 Jahre waren es im Minimum und 31 Jahre im Maximum.

### 3.1.5 Vorbehandlungen

Insgesamt 10 (26.3 %) Patienten wurden konservativ vorbehandelt. Im Einzelnen wurde je ein Patient (2.6 %) nachts in einem Spreizkissen gelagert und mit dem Laufrad nach Schede vorbehandelt. Sechs Patienten (15.9 %) hatten eine Spreizbehandlung in Lorenz – Stellung. In zwei (5.3 %) Fällen wurde nachts eine Lagerungsschiene als Spreizschiene verordnet. Bezogen auf das Alter zum Zeitpunkt

der Operation, finden sich sechs (15.9 %) konservativ vorbehandelte Patienten in der Gruppe I (0-3 Jahre) und vier (10.5 %) Patienten in der Gruppe II Altersgruppe (4-8 Jahre). In der Gruppe III fanden sich keine Hinweise auf konservative Vorbehandlungen. Die Vorbehandlungsdauer betrug im längsten Fall ein Jahr und im kürzesten Fall vier Wochen.

### **3.1.6 Berufliche Situation**

Von den 38 Patienten übten sechs (15.9 %) männliche Personen einen handwerklichen Beruf aus. 19 Probanden (50 %) gingen einer eher sitzenden Tätigkeit nach, drei (7.9 %) Patienten waren ohne Tätigkeit. Alle zehn weiblichen Patienten übten eine überwiegend körperlich schonende Tätigkeit aus. Von den drei erwerbslosen männlichen Patienten war ein Patient als gelernter Fliesenleger aufgrund frühzeitiger endoprothetischer Versorgung eines Hüftgelenkes und bei deutlicher Bewegungseinschränkung der Gegenseite erwerbsgemindert und bei gleichzeitig bestehendem Asthma bronchiale frühzeitig berentet worden. Zwei Patienten gingen wechselnden Beschäftigungen nach.

### **3.1.7 Sportliche Aktivitäten**

Lediglich 17 Patienten (60.7 %) gaben an, regelmäßig sportlich aktiv zu sein. Von den restlichen 21 (55.3 %) betätigten sich acht (21.1 %) Personen nur ganz selten sportlich und 13 (34.2 %) gar nicht. Von diesen 13 Patienten hatten vier (11 %) überhaupt keine Lust an sportlicher Aktivität. Neun (24.1 %) Patienten gaben an, aufgrund unterschiedlicher körperlicher Einschränkungen keinen Sport auszuüben. Von diesen neun gaben drei (7.9 %) sportkarente Personen belastungsabhängige einseitige Schmerzen im Hüftgelenk, vor allem nach axialen Stauchungsbelastungen, als limitierenden Faktor an. Zwei (5.3 %) Patientinnen klagten über diffuse

Rückenbeschwerden. Ein (2.6 %) Patient übte nach Hüftendoprothese keinen Sport aus und drei Patienten hatten wechselnde Kniebeschwerden.

Insgesamt waren in der Gruppe I zehn (77 %) Personen regelmäßig sportlich aktiv, in Gruppe II lediglich neun (69.2 %) und in der Gruppe III nur noch sechs (50 %) Patienten aktiv. Von den neun Personen, die aufgrund von Beschwerden keinen Sport ausübten, verteilte sich eine (8.1 %) Patientin auf Gruppe I, zwei (15.4 %) auf Gruppe II und sechs (50 %) auf die Gruppe III.

### **3.1.8 Mobilität**

Die Ergebnisse der alltäglichen Mobilität im Sinne von z.B. Treppensteigen, Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel oder längerem Sitzen flossen in die Bewertungsscores nach Merle d'Aubingè, Harris und Gao et al. mit ein.

### **3.1.9 Postoperative Komplikationen oder Besonderheiten**

Aus den Krankenunterlagen und der Anamnese ergaben sich in insgesamt acht Fällen (21.1 %) Komplikationen, bzw. Besonderheiten. Bei einem (2.6 %) Patienten wurde 22 Jahre nach beidseitiger DVO das linke Hüftgelenk endoprothetisch versorgt, bereits 13 Jahre nach DVO wurde bei dem gleichen Patienten auf der linken Seite erneut eine intertrochantäre Korrekturosteotomie vorgenommen. Bei insgesamt vier (10.5 %) Patienten erfolgten postoperativ Narbenkorrekturen. Bei zwei dieser Patienten musste insgesamt zweimal im Bereich der Narbe nachoperiert werden, jeweils beidseits. Eine Patientin (2.6 %) musste postoperativ über zwei Wochen antibiotisch behandelt werden, bei letztendlich unklarem Focus. Bei einem Patienten kam es vier Jahre postoperativ zur erneuten stationären Aufnahme, bedingt durch eine traumatische rechtsseitige Koxitis mit anschließenden mehrfachen Punktionen. Drei Patienten (7.9 %) zeigten postoperativ Wundheilungsstörungen, in einem dieser Fälle erfolgte ein Wunddébridement. Da die Angaben bezüglich der Wundheilungsstörung in den Unterlagen nicht eindeutig waren, muss

auch von Infektionen an den Austrittsstellen des Osteosynthesematerials ausgegangen werden. Die übrigen 20 Studienteilnehmer wiesen sowohl der Aktenlage nach als auch anamnestisch keine Komplikationen auf. Insgesamt 12 Patienten (42.9 %) konnten sich noch an den Krankenhausaufenthalt detailliert erinnern. Hiervon berichteten vier (12.3 %) über längere Schulausfälle, eine Patientin musste sogar eine Klasse wiederholen.

### **3.1.10 Subjektive Beurteilung der eigenen Gesundheit**

Neben der qualitativen und quantitativen Registrierung eventueller Schmerzen im Bereich der Hüft -oder Kniegelenke wurden den Patienten die unter Anhang acht aufgeführten Fragen gestellt. So sollte in Ergänzung zu den bereits im Methodenteil erläuterten Scores eine zusätzliche subjektive Krankheitseinschätzung evaluiert werden. Die Antworten wurden gesondert neben dem im Anhang vier abgebildeten standardisierten Untersuchungsbogen protokolliert. Alle anderen Antworten der Items des Untersuchungsbogens flossen in die Scores und Bewertungsschemata ein.

Auf die Frage „wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?“ antworteten 25 Patienten (73.7 %) mit „ausgezeichnet“, sieben (18.4 %) mit „sehr gut“, ein Patient mit „gut“, drei Patienten (7.9 %) mit „weniger gut“ und zwei Patienten (5.3 %) beschrieben ihren allgemeinen Gesundheitszustand mit „schlecht“.

Im Vergleich zum Vorjahr bewerteten 11 Patienten (29.5 %) ihren Zustand als „gebessert“, 19 Patienten (50 %) sahen keinerlei Unterschied, sechs Patienten (15.9 %) sahen ihren Zustand als „gering verschlechtert“ und insgesamt zwei Patienten empfanden ihren Zustand als „deutlich verschlechtert“.

Auf die Frage, ob die Patienten in den vergangenen vier Wochen aufgrund ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause hatten, ergab sich im Ergebnis Folgendes: drei Patienten (7.9 %) konnten ihre Tätigkeiten nicht mehr so lange ausüben, vier (10.5 %) konnten insgesamt jeweils weniger leisten, ebenfalls drei konnten nur ganz bestimmte Dinge tun und zwei Patienten (5.3 %) mussten sich bei



der Ausübung bestimmter Tätigkeiten ganz besonders anstrengen. Die restlichen Patienten waren nicht beeinträchtigt.

Auf die Frage, ob die Patienten in den vergangenen vier Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause hatten, bejahten dies zehn (26.3 %) Patienten. Vier (10.5 %) Patienten stellten fest, dass sie in dieser Zeit weniger geschafft hätten, als sie sich vorgenommen hätten, und sechs Patienten gaben an, dass sie aufgrund seelischer Probleme nicht so sorgfältig gearbeitet hätten.

Bezogen auf Schmerzen ganz allgemein, gaben 30 (78.9 %) Patienten an, überhaupt gar keine Schmerzen zu haben, fünf Patienten (13.16 %) hatten nur sehr leichte, zwei mäßige und ein Patient gab an, starke Schmerzen zu haben.

Insgesamt 31 Patienten (81.5 %) fühlten sich überhaupt nicht durch Schmerzen irgendwelcher Art in ihrem Alltag eingeschränkt. Zwei Patienten lediglich nur ein bisschen, ein Patient mäßig, drei waren ziemlich eingeschränkt und ein Patient fühlte sich aufgrund von Schmerzen bei der Ausübung seiner Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf in den vergangenen vier Wochen sehr stark behindert.

### **3.1.11 Beurteilung der Narbe**

Insgesamt acht (21.05 %) Patienten empfanden die Operationsnarbe als störend bzw. unschön. Beschwerden im Sinne von „Narbenschmerzen“, also Dysästhesien oder neurologiforme Beschwerden, hatte kein Patient bzw. keine Patientin. Zwei (5.30 %) Patientinnen gehörten der Gruppe I an, vier Patienten (11.01 %) der Gruppe II und zwei (5,30 %) der Gruppe III. Sieben (18.42 %) Patienten hatten schon einmal über die Möglichkeit einer Narbenkorrektur nachgedacht und informierten sich auch im Rahmen dieser Nachuntersuchung über Alternativen. Alle anderen 29 (76.31 %) Patienten empfanden die Narben als nicht störend. In den acht Patienten sind vier Patienten enthalten, bei denen bereits, wie unter Punkt 3.1.9 erwähnt, Narbenkorrekturen vorgenommen wurden.

### **3.1.12      Analgetikabedarf**

Regelmäßig nahmen zwei (5.26 %) Patienten Analgetika ein, wobei ein Patient aus der Gruppe III dies aufgrund von Beschwerden im Hüftgelenk tat. Eine Patientin nahm regelmäßig hochdosiert peripher wirksame Analgetika bei einem Karpaltunnelsyndrom, sie gehörte der Gruppe I an. Die restlichen 36 Patienten (94.74 %) nahmen keine Analgetika ein.

## **3.2      Ergebnisse der klinischen Untersuchung**

In diesem Kapitel fließen die klinisch funktionellen Ergebnisse des Score nach Harris, Merle d'Aubigné und Gao, der klinischen Funktionsbeurteilung nach Tönnis (1984), des Bewegungsausmaßes, der Beinlängendifferenz, der Achsdeformitäten, des Trendelenburg –oder Duchennezeichens, des Bindegewebestatus, der Schmerzwahrnehmung, des Stand -und Gangbildes sowie der neuromuskulären Koordination ein. Die jeweiligen Ergebnisse wurden anhand der in Kapitel 2.3 dargestellten Bewertungsschemata evaluiert.

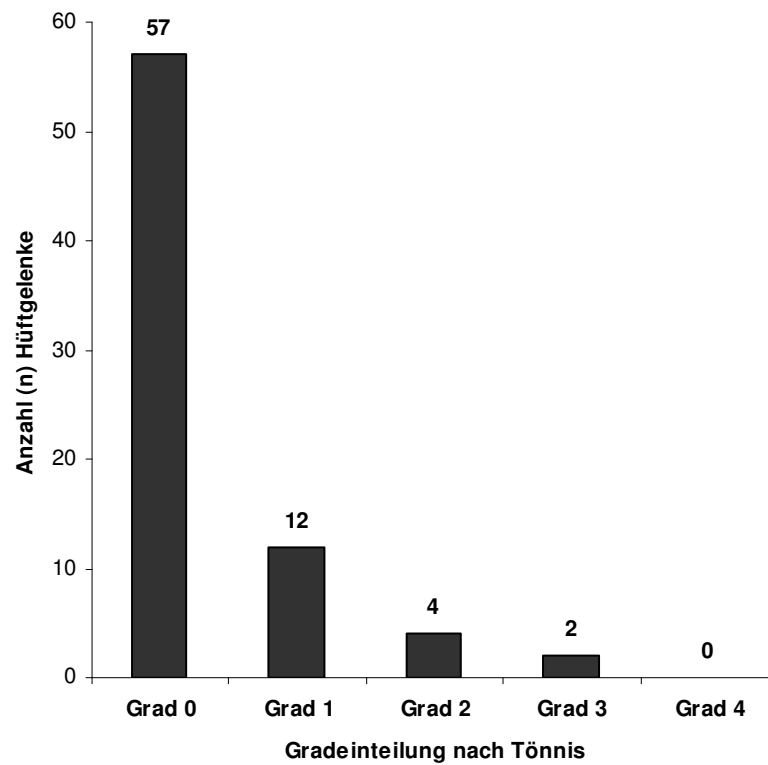
Insgesamt wurden n = 38 Patienten nachuntersucht.

### **3.2.1      Ergebnisse der klinischen Funktionsbeurteilung nach Tönnis (1984)**

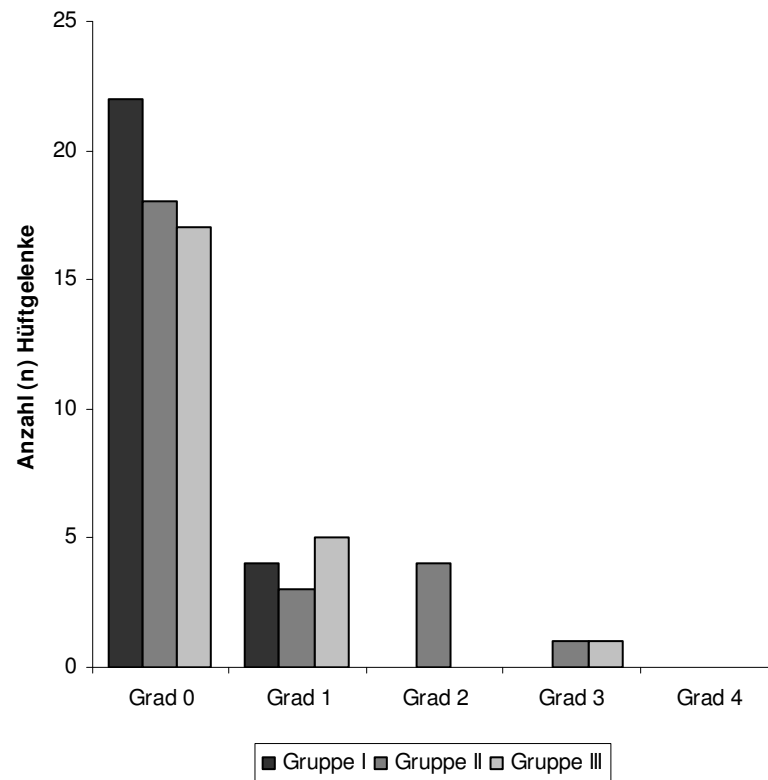
#### **3.2.1.1      Beweglichkeit**

Zum Zeitpunkt T3 (Nachuntersuchung) zeigten 57 (76 %) Hüftgelenke keinerlei Bewegungseinschränkungen, was somit dem Grad 0 nach Tönnis entspricht.

12 (16 %) Hüftgelenke konnten dem Grad 1, vier (5.3 %) Grad 2, zwei (2.7 %) Grad 3 zugeordnet werden. Kein Hüftgelenk entsprach dem Grad 4.



**Abb.37: Beweglichkeit in der Einteilung nach Tönnis (1984)**



**Abb.38: Beweglichkeit in Abhängigkeit vom Operationsalter**

In Abhängigkeit vom Operationsalter zeigt sich, dass in der Gruppe I 22 von insgesamt 26 Hüftgelenken eine normale Beweglichkeit hatten, vier Gelenke waren lediglich Grad 1 eingeschränkt. 18 von 26 Hüftgelenken zeigten in der Gruppe II keinerlei Einschränkungen, drei entsprachen Grad 1, vier Grad 2 und ein Gelenk Grad 3. In der Gruppe mit dem höchsten Alter bei der Operation waren ebenfalls die Mehrzahl der Gelenke nicht bewegungsgemindert, insgesamt 17 von 24. Allerdings war in dieser Gruppe der Anteil der erstgradig eingeschränkten Gelenke mit fünf am höchsten. Ein Gelenk dieser Altersgruppe war drittgradig gemindert, es gehörte dem Patienten, der bereits auf der Gegenseite endoprothetisch versorgt wurde. Insgesamt hatten 84.6 % der Gelenke aus Gruppe I, 69.2 % aus Gruppe II und noch 70.8 % aus Gruppe III normale Bewegungsausmaße.

### **3.2.1.2 Trendelenburgzeichen und Beinlängendifferenz**

In der Gruppe I hatten keine Patienten ein positives Trendelenburgzeichen. Drei (23.1 %) Personen der Altersgruppe II zeigten in der körperlichen Untersuchung eine verminderte Kraft einseitig im Sinne eines Trendelenburgzeichens Grad I nach Tönnis. In der Gruppe III konnten bei zwei (16.8 %) Patienten ein mäßiges Absinken und eine Standunsicherheit, also Grad II, und bei einem Patienten (8.3 %) sogar ein starkes Absinken mit Schwerpunktverlagerung bei Unmöglichkeit des Einbeinstandes beobachtet werden. Hier lag gleichzeitig eine Beinlängendifferenz von ca. 2-3cm vor. Insgesamt hatten zwei (15.4 %) Patienten der Gruppe I eine ganz diskrete Beinlängendifferenz von weniger als einem Zentimeter. In der Gruppe II konnte ebenfalls bei zwei Patienten eine Differenz von ca. einem Zentimeter festgestellt werden, ein Patient hatte allerdings eine Ungleichheit von 2-3 cm, hier bestand gleichzeitig eine rechtskonvexe, thorakolumbale Skoliose. In der Gruppe III zeigten insgesamt drei (25 %) Patienten Beinlängendifferenzen von 1-2cm.

### **3.2.1.3 Gehvermögen und Schmerzen**

34 Patienten (89.5 %) gaben an, unbegrenzt schmerzfrei beweglich zu sein. Drei (7.9 %) beschränkten dies auf eine schmerzfreie Dauer von lediglich einer Stunde, hiervon gehörte eine Patientin der Gruppe I und zwei der Gruppe III an. Ein Patient (2.6 %), aus der Gruppe III gab an, nur noch kurze Strecke (ca. 15 Min.) bewältigen zu können. Kein Patient war aufgrund seiner Beschwerden im Hüftgelenk vollständig immobil. Die Patientin der Gruppe I führte ihre Bewegungseinschränkung teilweise auch auf Kniebeschwerden zurück.

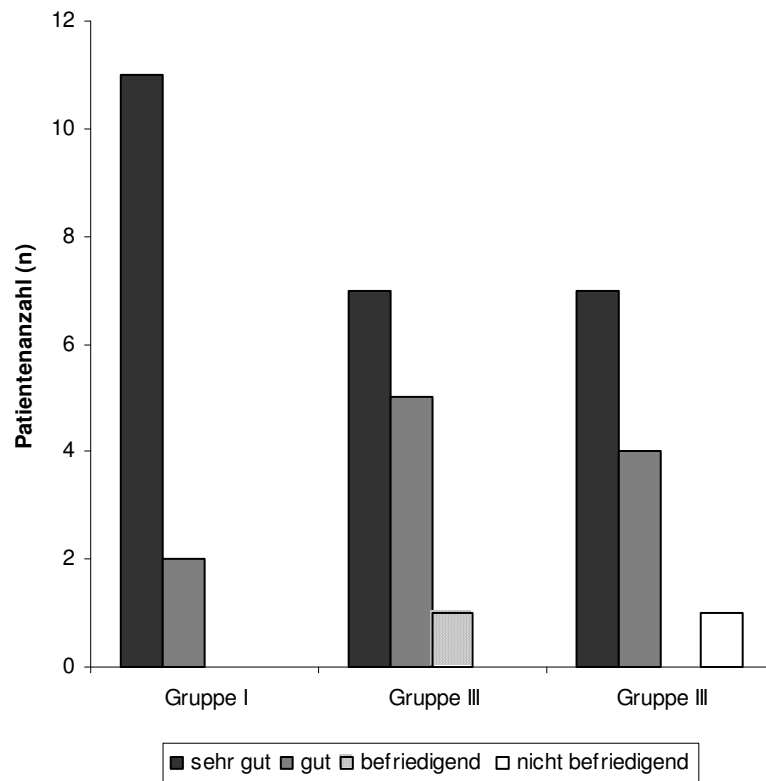
### **3.2.1.4 Patientenurteil und Gesamtwertung**

Bezogen auf den jetzigen Gesundheitszustand, gaben 31 Patienten (81.6 %) an, sie seien „voll zufrieden“, sechs (16.9 %) waren „bedingt zufrieden“ und ein Patient war „nicht zufrieden“, es handelte sich hier um den bereits beschriebenen Patienten mit Zustand nach endoprothetischer Versorgung 20 Jahre nach DVO. Von den Patienten, die nur „bedingt zufrieden“ waren, gehörten zwei der Gruppe I, ein Patient der Gruppe II und drei der Gruppe III an.

Nach der von Tönnis (1984) vorgeschlagenen Funktionsbeurteilung ergibt sich als Summe der beschriebenen Kriterien eine Gesamtbewertung.

Bei 25 Patienten konnte das Operationsergebnis hiernach mit „sehr gut“, was 65.9 % aller Patienten entspricht, eingestuft werden. 11 Patienten wurden mit „gut“ (28.9 %), je ein Patient (2.6 %) mit befriedigend und nicht befriedigend bewertet.

Aus der Altersgruppe I wurden 11 Patienten mit „sehr gut“, zwei Patienten mit „gut“ eingestuft. Sieben Patienten der Gruppe II erhielten eine Gesamtbewertung mit „sehr gut“, fünf mit „gut“ und ein Patient wurde mit „befriedigend“ eingeteilt. In der Gruppe III erhielt ein Patient aufgrund des schlechten subjektiven Patientenurteils die Bewertung „nicht befriedigend“, ebenfalls sieben Patienten wurden mit „sehr gut“ und vier mit „gut“ aus dieser Gruppe bewertet. Abbildung 39 zeigt noch einmal die Gesamtbewertung abhängig von den Gruppen I-III.



**Abb.39: Gesamtbewertung nach Tönnis (1984) in Abhängigkeit vom Operationsalter**

### 3.2.2 Der neuromuskuläre Status

Überprüft wurden der Seiltänzerengang, monopedaless Hüpfen, Zehen- und Hackenstand, der Unterberger Tretversuch sowie Stehen auf einem Bein.

Lediglich bei dem endoprothetisch versorgten Patienten fielen das Stehen auf einem Bein sowie der Unterberger Tretversuch pathologisch aus, bei den restlichen 37 Patienten ergaben sich im Hinblick auf den neuromuskulären Status keine Besonderheiten. Im Hinblick auf die Motorik und Sensibilität ergaben sich bei allen 38 Patienten keine Auffälligkeiten.

### **3.2.3 Achsdeformitäten**

Am unbedeckten Patienten erfolgte die Untersuchung im Hinblick auf Deformitäten der Wirbelsäule, des Beckens sowie der Kniegelenke. Bei allen Patienten, bei denen die unter Punkt 3.2.1.2 beschriebenen Beinlängendifferenzen über einem Zentimeter auftraten, konnte ein Beckenschiefstand im Sinne eines Absinkens auf der verkürzten Seite beobachtet werden. Ein Patient hatte eine rechtskonvexe, thorakolumbale Skoliose, er gehörte der Gruppe III an. Insgesamt drei (7.9 %) Patienten wiesen Fehlstellungen der Kniegelenke auf. Bei einer Patientin aus der Gruppe II lag ein Genu valgum, bei zwei Patienten der Gruppe III eine leichte Achsabweichung im Sinne eines Genu varum vor.

### **3.2.4 Klinische Arthrosezeichen**

Es erfolgte die Überprüfung von schmerzhaften Bewegungseinschränkungen, insbesondere die Registrierung von Schmerzen bei Innenrotation oder bei axialer Stauchung. Typische Arthroseschmerzpunkte, wie der Leistendruckschmerz oder Schmerzen über dem Trochanter major, wurden ebenfalls überprüft. Bei insgesamt neun (23.7 %) Patienten konnte eine schmerzhafte Innenrotation provoziert werden (zwei Patientinnen aus Gruppe I, vier Patienten aus Gruppe II und drei aus Gruppe III). Dabei wurde lediglich bei drei Patienten (ein Patient aus Gruppe II und zwei aus Gruppe III) ein starker Rotationsschmerz verzeichnet, die restlichen sechs Patienten gaben lediglich leichte Beschwerden an. Druckschmerzen im Bereich der Leiste und über dem Trochanter major konnten ebenfalls bei diesen drei Patienten ausgelöst werden, ein axialer Stauchungsschmerz wurde zusätzlich bei einem dieser Patienten beobachtet.

### **3.2.5 Bindegewebsstatus**

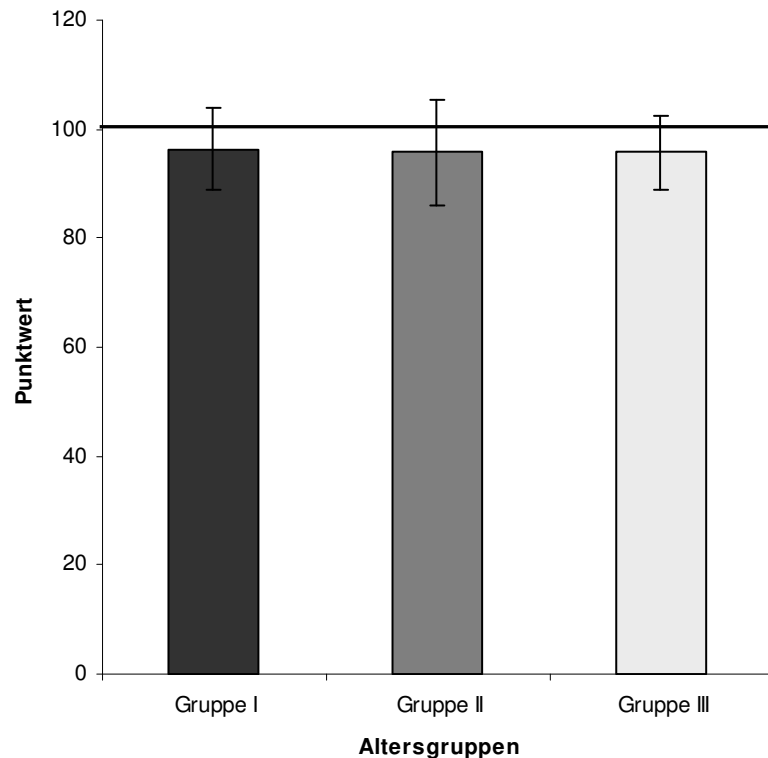
Kein Patient wies einen laxen Bindegewebsstatus im Sinne eines signifikant verminderten Daumen-Unterarm-Abstandes auf.

## **3.3 Ergebnisse des Harris-Hip-Score**

Bei diesem rein klinischen Score können maximal 100 Punkte erreicht werden, die einzelnen Items und Punktverteilungen gehen detailliert aus Anhang 5 hervor. Mit Hilfe einer Datenbank konnte durch die ergänzenden Informationen der Anamnese und der klinischen Untersuchung automatisch der zugehörige Punktwert ermittelt werden. Es fließen die Ergebnisse von  $n = 38$  Patienten (75 Hüftgelenke) ein. Im Mittel wurde ein Punktwert von 95.14 ( $SD = 10.66$ ) erreicht, wobei der niedrigste Wert bei 50 lag. Insgesamt 31 (81.6 %) Patienten erreichten „sehr gute“ Werte (Score zwischen 90-100), fünf (13.2 %) „gute“ (Score zwischen 80-89) und nur zwei (5.3 %) Patienten „schlechte“ Werte (Score  $< 70$ ). Ein Punktwert zwischen 70-79 und damit eine Einteilung in „mäßig“ wurde nicht registriert

Ausschlaggebend für die beiden schlechten Ergebnisse waren jeweils niedrige Punktwerte in den Items Schmerzen, Einschränkungen beim Treppengehen, Sitzen sowie erniedrigte Bewegungsumfänge. In der Gruppe I erreichten alle Patienten sehr gute bis gute Ergebnisse (Score zwischen 80 -100). In der Gruppe II waren dies zwölf Patienten, ein Patient kam nur auf einen Wert unter 70 und somit auf einen schlechten Scorewert. 11 Patienten der Gruppe III erzielten ebenfalls sehr gute bis gute Werte. In dieser Gruppe befand sich aber auch der Patient mit dem niedrigsten Wert von 50 und damit ebenfalls mit einem schlechten Score. Es handelte sich hierbei um den Patienten, der einseitig endoprothetisch versorgt wurde. Obwohl die operierte Seite nicht in die Bewegungsumfänge einfluss, ergab sich insgesamt ein schlechter Score-Wert für diesen Patienten. Abbildung 40 gibt noch einmal einen Überblick über die Scoreverteilung der Altersgruppen wieder. Als horizontale Linie ist der Normalwert 100 markiert.





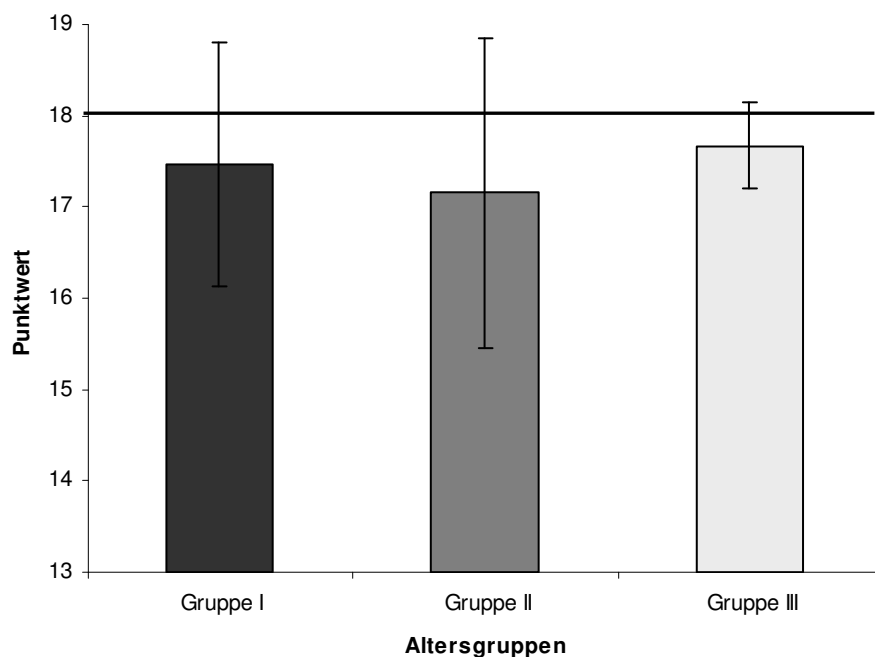
**Abb.40: Gruppenspezifische Verteilung des Harris-Hip-Score**

Die querschnittliche Varianzanalyse (Oneway) ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den drei Altersgruppen für den Harris-Hip-Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. (Scheffé - Test:  $d/F = 2/34$ ,  $F = 0.94$ ,  $p(F) = .911$ )

### 3.4 Ergebnisse des Merle d'Aubigné und Postel - Score

Bei diesem Score, der sich sowohl aus subjektiven als auch objektiven Kriterien zusammensetzt, können maximal 18 Punkte erreicht werden. Die drei Items Schmerz, Bewegungsausmaß und Gang gehen jeweils zu gleichen Teilen in die Bewertung ein und sind detailliert unter Anhang 6 zusammengefasst. Im Durchschnitt wurde von  $n = 38$  Patienten ein Punktwert von 17 ( $SD = 1$ ) erreicht. Der niedrigste Wert lag bei 10. Alle Patienten der Gruppe I erreichten sehr gute Punktwerte, lediglich zwei Patienten (je aus Gruppe II und III) erreichten ein gutes Ergebnis. Insgesamt hatten 36 Patienten einen sehr guten Score-Wert (98.7 %).

Die Abbildung 41 gibt die gruppenspezifische Verteilung wieder, eingezeichnet ist auch hier der Normalwert mit 18.



**Abb.41: Gruppenspezifische Verteilung des Merle d'Aubigné und Postel - Score**

Die querschnittliche Varianzanalyse (Oneway) ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den drei Altersgruppen, bezogen auf den Merle d'Aubigné und Postel – Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Scheffé-Test :  $d/F = 2/34$ ,  $F = 0.532$ ,  $p(F) = .592$ ).

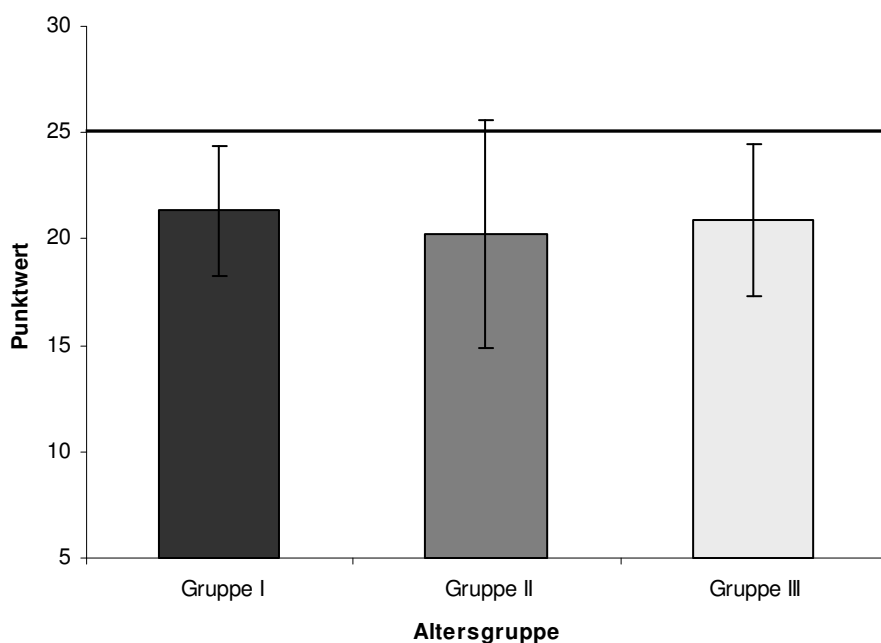
### 3.5 Ergebnisse des Score nach Gao

In dieses Bewertungsschema fließen neben den Items Schmerz, Hinken, Funktion, Bewegungsausmaß, Beinlängenverkürzung, Trendelenburg Zeichen zusätzlich radiologische Kriterien, wie die Femurkopf -und Acetabulumentwicklung, die Shenton-Ménardsche Linie sowie der CE-Winkel nach Wiberg, mit ein. Lediglich in diesen radiologischen, objektiven Kriterien unterscheidet sich der Score nach Gao wesentlich von den beiden zuvor beschriebenen Scores. Durchschnittlich erreichten die 38 Patienten bei 75 nachuntersuchten Hüftgelenken einen Punktwert von 20.81

(SD= 4.05), der niedrigste Score-Wert von acht Punkten entfiel auf den einseitig prothesenversorgten Patienten. In der Altersgruppe I hatten acht Patienten (61.5 %) von insgesamt 13 exzellente Werte (21-25 Punkte), fünf (38.5 %) kamen auf ein gutes Resultat (16-20 Punkte). 10 (67.9 %) Patienten aus der Gruppe II hatten dagegen exzellente Werte, ein Patient ein gutes Ergebnis und zwei Patienten mit Werten von acht und neun einen schlechten Score nach Gao. Sechs (50 %) Patienten der Gruppe III hatten Punktwerte zwischen 21 und 25 und damit ebenfalls exzellente Werte, vier hatten noch gute Werte, ein Patient ein ausreichendes und ebenfalls ein Patient ein schlechtes Ergebnis.

In der Varianzanalyse ergibt der Scheffé-Test keinen signifikanten Unterschied der Altersgruppen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung für den Gao - Score ( $d/F = 2/34$ ,  $F = 0.224$ ,  $p(F) = .801$ ).

Insgesamt hatten 24 (63.2 %) Patienten exzellente Punktwerte, 10 noch gute und vier Patienten (10.5 %) ausreichend bis schlechte Werte, wobei der niedrigste Durchschnittswert in der Altersgruppe II zu beobachten war (MW = 20.23, SD = 5.39).



**Abb.42: Gruppenspezifische Verteilung des Gao – Score**

Die radiologischen Parameter gehen bei diesem Score zu 40 % in die Gesamtbewertung ein und waren für die Gruppen I-II jeweils ausschlaggebend für die Abstufung in „gute“ Ergebnisse. Trotz dieser objektiv schlechten Parameter waren bei fast allen Patienten dieser Gruppen die subjektiven Parameter normal bis

maximal erstgradig abgestuft. Bei der Gruppe III führten die Items Schmerz und Bewegungsausmaß zusätzlich zu Abstufungen.

Die Abbildung 42 illustriert die gruppenspezifische Scoreverteilung.

### **3.6 Statistische Aussage über die Score – Ergebnisse**

Wie zu erwarten war, korrelierten die verwendeten Hüftscores in der Korrelation nach Spearman positiv untereinander. So zeigt sich zum Nachuntersuchungszeitpunkt eine Signifikanz von  $p = .000$ . Es zeigte sich darüber hinaus ein positiver Zusammenhang zwischen dem Bewertungsschema nach Tönnis und den Hüftscores. Die subjektive „Zufriedenheit“ zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und die subjektive „Schmerzangabe“ zeigten sich hochsignifikant ( $p = .000$ ) mit den Score – Werten nach Harris, Merle d’Aubigné und Gao.

Das OP – Alter scheint dabei keinen signifikanten Einfluss auf den Punktwert der verwendeten Scores zu haben.

Lediglich für den Harris – Hip – Score und den Score nach Merle d’Aubigné konnte ein signifikanter Zusammenhang zur Beweglichkeit festgestellt werden, das heißt, je höher die Bewegungsausmaße der Hüftgelenke waren, desto höher waren auch die erzielten Score – Werte ( $p = .003$ ). Dies konnte für den Score nach Gao nicht beobachtet werden.

### **3.7 Ergebnisse der radiologischen Parameter**

Von allen 38 Patienten lagen Röntgenbilder in Form von Beckenübersichtsaufnahmen zum Zeitpunkt T1 (präoperativ), T2 (postoperativ) und zum Nachuntersuchungszeitpunkt T3 vor. Zur Auswertung kamen letztendlich hiervon für den Zeitpunkt T1 36 und für die Zeitpunkte T2 und T3 jeweils 37 Röntgenbilder. Da insgesamt zwei Beckenübersichtsaufnahmen retrospektiv nicht die geforderten Qualitätsmerkmale erfüllten, wurden diese aufgrund erhöhter Drehindizes aus der Auswertung für den Zeitpunkte T1 genommen, dies traf

ebenfalls auf eine Aufnahme unmittelbar postoperativ zu, sodass insgesamt 72 bzw. 74 Hüftgelenke für diese beiden Zeitpunkte in die Auswertung kamen. Bei wiederum einem Patienten kam es nach DVO zu Korrektureingriffen beidseits. In diesem Fall erfolgte 13 Jahre nach DVO eine intertrochantäre Umstellungsosteotomie rechts sowie 22 Jahre nach DVO links ein Gelenkersatz in Form einer zementfreien Totalendoprothese. Dieser Patient kam nachträglich, bezogen auf den Nachuntersuchungszeitpunkt T3, nur deskriptiv zur Auswertung. Die Definitionen sowie die messtechnischen Voraussetzungen und Normalwerte der einzelnen Winkelparameter sind in Kapitel 2.4 ausführlich erläutert.

35 Patienten wurden im Rahmen der Nachuntersuchung im Klinikum Hamburg Barmbek geröntgt, drei Patienten brachten auswärts angefertigte Aufnahmen mit, wobei in einem Fall eine Hüftübersicht aus dem Jahre 2000 zur Auswertung kam. Alle anderen Patienten hatten aktuelle Aufnahmen. Wie auch in dem vorherigen Kapitel werden die einzelnen Parameter, getrennt für die drei unterschiedlichen Altersgruppen (I-III), zu drei Messzeitpunkten T1-T3 betrachtet.

Die Tabellen geben eine Übersicht über die Mittelwerte (MW) und die einfache Standardabweichung (SD) der Winkelparameter AC-Winkel nach Hilgenreiner (1925), CE-Winkel nach Wiberg (1939), Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD) nach Müller (1957), ACM-Winkel nach Idelberger und Frank (1952), Dezentrierungsstrecke (d) nach Busse et al. (1972), Hüftwert nach Busse et al. (1972) und KE-Winkel nach Jäger und Refior (1974).

Im Anschluss folgen dann Mittelwertsvergleiche in Form querschnittlicher Varianzanalysen (Oneway) zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3.

Zusätzlich erfolgte eine Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte von T1 bis T3 um nicht nur Unterschiede zu den einzelnen Messzeitpunkten, sondern vor allem die Dynamik der Winkelparameter im zeitlichen Verlauf beurteilen zu können.

### 3.7.1 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum AC-Winkel nach Hilgenreiner

Als Maß für die Beschreibung der Steilheit der knöchernen Hüftpfanne diene der AC – Winkel nach Hilgenreiner. Da bis zum 14 Lebensjahr in der Regel keine Y-Fuge mehr sichtbar ist, wurde der AC-Winkel nach der in Abschnitt 2.5.1 dargelegten modifizierten Methode zum Zeitpunkt T3 bestimmt.

Ausgewertet werden konnten für die Zeitpunkte T1 und T2 jeweils 72 und für den Zeitpunkt T3 74 Hüften. Aus der Tabelle 25 gehen die Mittelwerte mit ihrer einfachen Standardabweichung für den AC – Winkel, abhängig vom Messzeitpunkt (T1 – T3) und abhängig vom Operationsalter (Altersgruppe) hervor.

**Tab.25: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter AC - Winkel**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	28.45	4.65	14.36	4.34	11.88	7.06
<i>rechts</i>	28.27	7.54	15.64	3.80	13.12	5.14
<b>T2</b>						
<i>links</i>	21.83	7.13	12.38	5.39	12.00	5.32
<i>rechts</i>	23.83	6.87	15.31	5.15	14.56	5.05
<b>T3</b>						
<i>links</i>	14.15	6.58	11.69	3.54	12.40	7.47
<i>rechts</i>	13.31	4.46	15.62	10.06	13.90	9.23

Wie die unten angeführte Tabelle 26 zeigt, lassen sich signifikante bis hochsignifikante Gruppenunterschiede bezüglich des AC – Winkels nur zwischen der ersten und zweiten und ersten und dritten Altersgruppe zu den Zeitpunkten T1 und T2 feststellen. Die Altersgruppen II und III weisen keinerlei signifikante Unterschiede auf (links: II/III  $p=0.900$ , rechts: II/III  $p= 0.946$ ). Zum Zeitpunkt T3 (Nachuntersuchung) dagegen ergibt die querschnittliche Varianzanalyse der Mittelwerte keinerlei signifikante Unterschiede bezüglich des AC-Winkels der drei Altersgruppen untereinander.

**Tab.26: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den AC - Winkel**

Zeitpunkte	df	F	p(F)
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/33	28.38	.000
<i>rechts</i>	2/33	24.43	.000
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/33	8.48	.001
<i>rechts</i>	2/33	9.40	.001
<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/34	0.55	0.581
<i>rechts</i>	2/34	0.29	0.752

In der Analyse der Veränderungswerte von T1 (präoperativ) zu T3 (Nachuntersuchung) unterscheidet sich die Altersgruppe I signifikant bis hochsignifikant von den anderen beiden Gruppen, während sich die Gruppen II und III nur bezogen auf das rechte Hüftgelenk signifikant voneinander unterscheiden.

Die dynamische Abnahme des AC – Winkels scheint somit bei den Frühoperierten am größten zu sein. Die Ergebnisse dieser Varianzanalyse sind in der Tabelle 27 noch einmal zusammengefasst.

**Tab.27: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den AC - Winkel**

	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	15.08	2.47	2.38	5.36	0.82	7.69	2/33	23.92	.000	I/II***, I/III*** II/III***
<i>rechts</i>	14.42	7.98	-0.08	9.83	0.27	8.03	2/33	10.83	.000	I/II***, I/III** II/III n.s.

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

In der Korrelation nach Spearman korreliert der AC – Winkel bds. negativ mit dem Patientenalter zur Op, d.h, je älter die Patienten zum Zeitpunkt T 1 waren, desto geringer fallen die Veränderungen des Winkels zum Zeitpunkt T3 aus

(Links :  $r = -.696$ ,  $p = .000$ , Rechts:  $r = -.617$ ,  $p = .000$ )

Unterteilt man die AC - Winkel entsprechend der Einteilung nach Tönnis (1985) in Grad 1 (normal) bis Grad 4 (extrem pathologisch), so zeigt sich, dass der Anteil der normalen AC – Winkel zum Nachuntersuchungszeitpunkt (T3) in der Altersgruppe I mit 92.3 % am höchsten ist, gefolgt von Altersgruppe II (65.4 %) und III (62.5 %). Der Anteil der extrem pathologischen Werte hingegen war in der Altersgruppe III mit 13.6 % am höchsten, die Altersgruppe I wies gar keine extrem pathologischen AC-Winkel auf und in der mittleren Gruppe waren 2 Hüftgelenke, sprich 7.7 %, vierthadig pathologisch zum Zeitpunkt T3.

Mit im Mittel  $28.45^\circ$  links und  $28.27^\circ$  rechts weist die jüingste Altersgruppe I präoperativ den höchsten Wert, sprich die schlechteste Hüftpfannenentwicklung auf. Der AC – Winkel wurde in dieser Altersgruppe durchschnittlich unmittelbar postoperativ um  $6.62^\circ$  links und  $4.44^\circ$  rechts gesenkt, insgesamt verringerte sich der Winkel zum Nachuntersuchungszeitpunkt gegenüber dem Ausgangswert um  $14.30^\circ$  links und um  $14.96^\circ$  rechts. Der Wert sank im Verlauf kontinuierlich, was auch der altersentsprechenden physiologischen Abnahme Rechnung trägt.

Bei 18 (75 %) von 24 Hüftgelenken konnte durch die DVO unmittelbar postoperativ eine Verbesserung des AC – Winkels erreicht werden.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung haben alle bis auf ein Hüftgelenk normale bis maximal erstgradig pathologische AC – Winkel in dieser Altersgruppe, wobei letztendlich auch hier der schlechteste Ausgangsbefund in Form von pathologisch und schwer pathologischen Hüftgelenken präoperativ zu finden war.

In der Altersgruppe II liegt der präoperative Ausgangswert mit durchschnittlich  $14.36^\circ$  links und  $15.64^\circ$  rechts deutlich näher im physiologischen bzw. maximal zweitgradig pathologischen Bereich. Durch die DVO verringerte sich hier der AC – Winkel postoperativ um  $1.98^\circ$  links und  $0.33^\circ$  rechts. Bezogen auf den Zeitpunkt T3, verringerte sich der Ausgangswert in dieser Gruppe links insgesamt um  $2.67^\circ$  und rechts um nur  $0.02^\circ$ . 92.3 % der Hüftgelenke dieser Altersgruppe hatten bei der Nachuntersuchung normale bis maximal erstgradig pathologische AC – Winkel, zwei (7.7 %) Hüftgelenke allerdings fielen mit extrem pathologischen Werten auf.

In der Gruppe der ältesten Kinder bei DVO, der Gruppe III, liegen präoperativ die



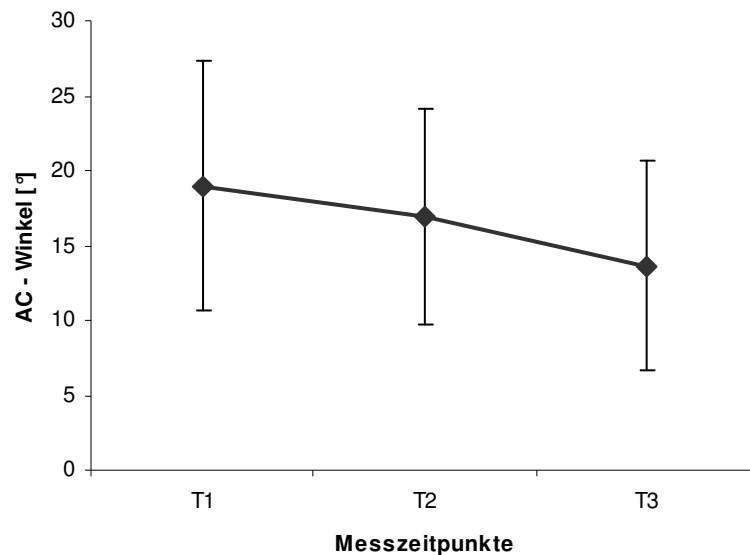
AC – Winkel mit durchschnittlich  $11.88^\circ$  für links und  $13.12^\circ$  für rechts im normalen Bereich, was auf 70.8 % der Hüftgelenke dieser Altersgruppe zutrifft. Bezogen auf den Nachuntersuchungszeitpunkt, nimmt der AC – Winkel hier sogar um  $0.52^\circ$  links und  $0.78^\circ$  rechts wieder zu. 25 % der Gelenke dieser Gruppe weisen zum Zeitpunkt T3 pathologische AC – Winkel im Sinne von Grad 3 – 4 auf, im Gegensatz zu 3.8 % der Gruppe I und 7.7 % aus Gruppe II.

**Tab.28: Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3**

<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=72)	27	26	15	4
T2 (n=72)	40	18	10	4
T3 (n=74)	56	9	4	5

Betrachtet man die Relativwerte des AC –Winkels aller Gruppen zusammen, so lässt sich eine stetige Zunahme des Anteils normaler Winkelwerte von 37.5 % präoperativ über 55.5 % postoperativ hin zu 75.7 % bei der Nachuntersuchung verzeichnen. Die DVO führte in insgesamt 66.7 % der Fälle zu einer Verbesserung des AC – Winkels, unabhängig davon, ob zum Zeitpunkt T3 pathologische Winkel vorlagen oder nicht und unabhängig vom Alter zum Zeitpunkt der Operation.

Im Durchschnitt betrug der AC – Winkel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung für alle Hüftgelenke links  $12.97^\circ$  (SD= $5.93^\circ$ ) und rechts  $14.27^\circ$  (SD= $7.92^\circ$ ). 56 Hüftgelenke (75.7 %) haben normale Werte bei der Nachuntersuchung, im Gegensatz dazu stehen 18 (24.3 %) zweit- bis viertgradig veränderte AC – Winkel. Die Tabelle 28 und die Abbildung 43 geben die Gradeinteilung aller Hüftgelenke über die drei Messzeitpunkte wieder.



**Abb.43: Verlauf des AC – Winkels über drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke**

Die Tabellen 29 – 31 geben die gruppenspezifischen AC – Winkel nach der Einteilung von Tönnis in Grad 1 ( $<15^\circ$ ), Grad 2 ( $\geq 15^\circ - <20^\circ$ ), Grad 3 ( $\geq 20^\circ - <25^\circ$ ) und schließlich Grad 4 ( $\geq 25^\circ$ ) wieder.

Aus den Abbildungen 44 und 45 gehen die seitenspezifischen Verläufe über die drei Messzeitpunkte grafisch hervor.

**Tab.29: Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe I**

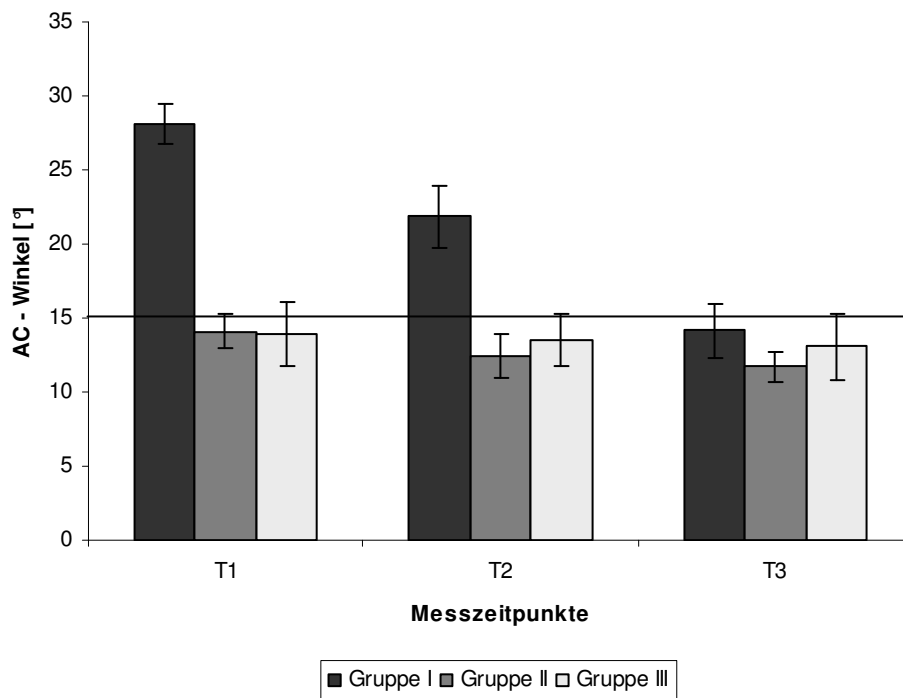
Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1 (n=24)	3	10	8	3
T2 (n=24)	11	8	3	2
T3 (n=26)	24	1	1	0

**Tab.30: Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe II**

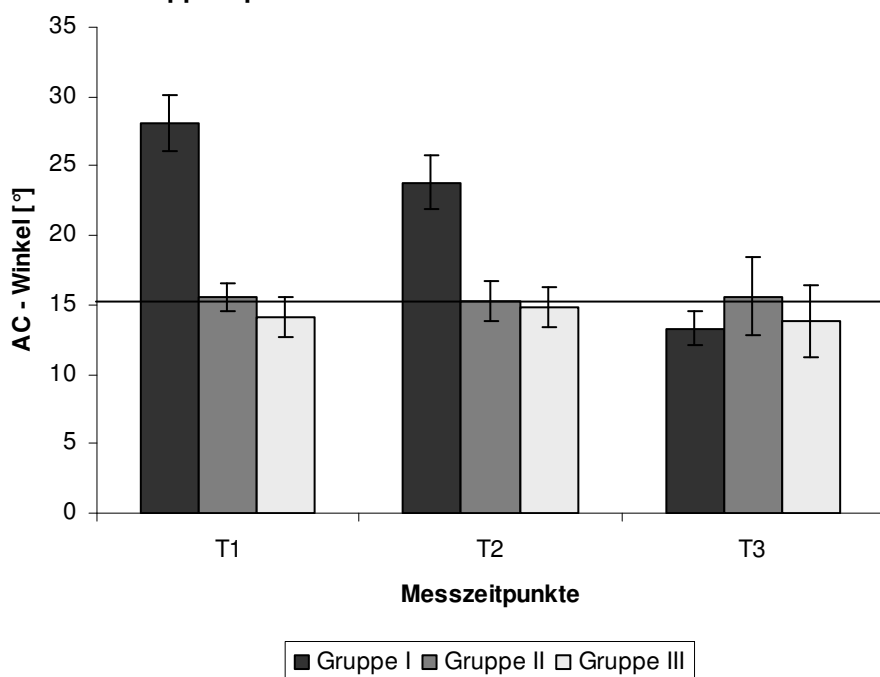
Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1(n=26)	12	11	3	0
T2 (n=26)	16	6	3	1
T3 (n=26)	17	7	0	2

**Tab.31: Ergebnisse des AC- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe III**

Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1 (n=24)	12	5	4	1
T2 (n=24)	13	4	4	1
T3 (n=24)	15	1	3	3



**Abb.44: Gruppenspezifischer Verlauf des AC – Winkels für das linke Hüftgelenk**



**Abb.45: Gruppenspezifischer Verlauf des AC – Winkels für das rechte Hüftgelenk**

### 3.7.2 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei

#### Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum CE-Winkel nach Wiberg (1939)

Die Zentrierung des Hüftkopfes in die Pfanne und ihre laterale Überdachung können mithilfe des CE – Winkels beurteilt werden. Die Konstruktion, Normalwerte und die altersspezifischen sowie morphologischen Besonderheiten dieses Winkels gehen aus Kapitel 2.4.2 detailliert hervor. Ausgewertet werden konnten für die Zeitpunkte T1 und T2 jeweils 72 und für den Zeitpunkt T3 74 Hüftgelenke. Bei Kindern unter drei Jahren oder fehlendem Hüftkopfzentrum wurde zur Konstruktion des Winkels der beginnende Ossifikationskern als Rotationszentrum ausgewählt.

Die Tabelle 32 gibt die Mittelwerte mit ihrer einfachen Standardabweichung für den CE – Winkel, abhängig vom Messzeitpunkt (T1 – T3) und abhängig vom Operationsalter (Altersgruppe) wieder.

**Tab.32: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter CE - Winkel**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	5.67	7.49	14.56	5.46	18.81	8.28
<i>rechts</i>	6.08	7.98	15.00	4.22	18.36	7.27
<b>T2</b>						
<i>links</i>	9.00	8.37	18.31	7.42	19.27	9.02
<i>rechts</i>	9.08	7.68	17.00	6.95	19.27	8.43
<b>T3</b>						
<i>links</i>	18.23	6.14	21.69	6.59	21.09	9.76
<i>rechts</i>	17.31	6.20	16.69	12.54	17.82	9.48

Betrachtet man die Werte der Tabelle 33, so wird deutlich, dass sich die Altersgruppe I zu den beiden ersten Messzeitpunkten T1 und T2 signifikant bis hochsignifikant von den übrigen Altersgruppen unterscheidet. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wiederum weisen die Gruppenmittelwerte dann allerdings keine signifikanten Unterschiede mehr auf.

**Tab.33: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den CE - Winkel**

Zeitpunkte	df	F	p(F)
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/33	10.39	.000
<i>rechts</i>	2/33	10.77	.000
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/33	5.63	.008
<i>rechts</i>	2/33	5.72	.007
<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/34	0.77	.471
<i>rechts</i>	2/34	0.04	.962

Die Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte (siehe Tabelle 34) ergibt letztendlich nur signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe I und III ( $p = <.05$ ). Mit  $12.75^\circ$  für links und  $11.08^\circ$  für rechts ergibt sich durch die DVO in der Gruppe I effektiv die größte Zunahme des CE – Winkels. Dies wird auch durch die Korrelation nach Spearman bestätigt, in der das Patientenalter und die Zunahme des CE – Winkels positiv miteinander korrelieren, d.h., je älter die Patienten zum Zeitpunkt der OP waren, desto größer fielen die Veränderungen im CE – Winkel aus (Links:  $r = .567$ ,  $p = .000$ , Rechts:  $r = .551$ ,  $p = .000$ ).

**Tab.34: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den CE - Winkel**

	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	12.75	7.26	7.23	8.44	2.27	9.07	2/33	4.62	.017	I/II n.s., I/III* II/III n.s.
<i>rechts</i>	11.08	10.38	1.69	10.45	0.54	8.05	2/33	4.71	.016	I/II n.s., I/III* II/III n.s.

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

Für den CE – Winkel konnte zum Zeitpunkt T1 ein Durchschnittswert von  $12.86^\circ$  für links und von  $13.06^\circ$  für rechts ermittelt werden, unabhängig vom Alter bei DVO.

Unmittelbar durch die Operation konnte der Wert auf 15.50° links und 15.06° rechts verbessert werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung finden wir Durchschnittswerte von 20.30° links und 17.24° rechts.

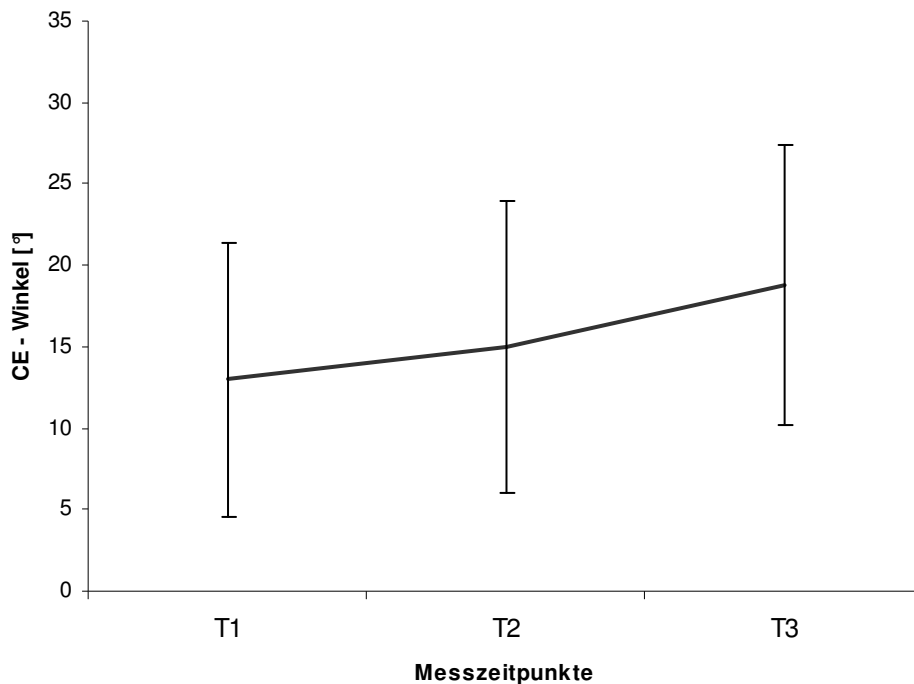
Aus der Tabelle 34 geht die Gradeinteilung nach Tönnis für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten hervor, die Abbildung 46 veranschaulicht den CE – Winkelverlauf noch einmal.

Signifikant waren die Mittelwertsunterschiede zwischen den Zeitpunkten T2 und T3 (links:  $p = >.001$ , rechts:  $p = .032$ ) sowie zwischen T1 und T3 (links:  $p = .006$ , rechts:  $p = .003$ ). Nicht signifikant waren dagegen die Unterschiede zwischen prä –und postoperativ (T1 und T2) sowie zwischen den beiden Hüftgelenken.

Nach DVO finden wir bei der Nachuntersuchung insgesamt 69 Hüftgelenke, sprich 93.2 %, mit pathologischen Winkelwerten (Grad 2-4), lediglich 6.7 % der Gelenke hatten zu diesem Zeitpunkt physiologische CE – Winkel. Die größte Zunahme der lateralen Überdachung konnte in der Altersgruppe I beobachtet werden, hier lagen allerdings auch zum Zeitpunkt T1 die schlechtesten Ausgangsbefunde vor. In der Altersgruppe II änderte sich der Anteil der pathologischen Gelenke insgesamt im Vergleich T1 zu T3 nur ganz gering und in der Altersgruppe III kam es sogar zu einer Verschlechterung, sprich zu einer Zunahme der pathologischen CE – Winkel.

**Tab.35: Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3**

<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=72)	9	23	37	3
T2 (n=72)	37	20	15	0
T3 (n=74)	5	30	36	3



**Abb.46: Verlauf des CE – Winkels über drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke**

Betrachtet man jetzt detailliert die einzelnen Altersgruppen, so zeigt sich, dass in der Gruppe I präoperativ mit  $5.67^\circ$  links bzw.  $6.08^\circ$  rechts überwiegend drittgradig pathologische Ausgangswerte vorlagen, was 67 % aller Hüftgelenke dieser Gruppe entspricht. Kein Gelenk befand sich präoperativ im normalen Bereich und drei Hüftgelenke waren sogar viertgradig pathologisch. Dezentrierte Hüften und auch Gelenke mit negativen CE – Winkeln trugen zu diesen schlechten Ausgangswerten bei. Der Anteil der leicht pathologischen Hüften war mit 20.8 % im Gruppenvergleich am geringsten. Unmittelbar postoperativ steigt der CE – Winkel in dieser Altersgruppe im Durchschnitt links auf  $9.00^\circ$  und rechts auf  $9.08^\circ$ , der Anteil dritt – oder viertgradig pathologischer Gelenke verschwindet und insgesamt 87.5 % aller Gelenke befinden sich im normalen Bereich, auch wenn die durchschnittliche Zentrierung gering erscheint. Es verbleiben zunächst 3 Gelenke, sprich 14.3 %, im leicht pathologischen Bereich.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mussten wir feststellen, dass kein Hüftgelenk der Altersgruppe I normale CE - Winkel hatte, 30.8 % waren im leichten und sogar 69.2 % im pathologischen Bereich. Der gute intraoperative Korrekturgewinn ging also nicht mit einem nachhaltigen Zentrierungsgewinn im Langzeitverlauf einher.

In der Altersgruppe II waren insgesamt 88.5 % der Hüftgelenke präoperativ zweit – bis drittgradig pathologisch, lediglich 11.5 % befanden sich im normalen Bereich. Mit durchschnittlich 14.56° links und 15° rechts liegen die Ausgangswerte hier allerdings auch deutlich näher am physiologischen Bereich als in der Altersgruppe I. Postoperativ konnte in der Gruppe II ein Korrekturgewinn auf 18.31° links und 17° rechts erreicht werden und der Anteil der zweit –bis drittgradig pathologischen Gelenke von 88.6 % auf 73.1 % gesenkt werden. 26.9 % der Hüften hatten unmittelbar postoperativ normale Winkelwerte. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt haben wiederum 92.3 % der Gelenke dieser Altersgruppe zweit– bis drittgradig pathologische CE – Winkel bei einem Durchschnittswert von 21.69° (SD 6.59°) links und 16.69° (SD 12.59°) rechts, nur 7.7 % der Gelenke lagen im physiologischen Bereich.

In der Gruppe der ältesten Kinder bei DVO befinden sich die Ausgangswerte mit 18.81° (SD 8.28°) für links und 18.36° (SD 7.27°) für rechts deutlich näher am physiologischen Bereich als bei den Altersgruppen I und II. Präoperativ befinden sich in dieser Altersgruppe 72.7 % der Hüftgelenke im leichten – bis pathologischen Bereich. Zum Zeitpunkt T3 verschlechterte sich diese Anzahl auf 86.4 %, wobei vor allem der Anteil der leicht pathologischen als auch der Anteil der extrem pathologischen Gelenke zunahm. Der CE – Winkel konnte bei der Altersgruppe III links lediglich um 2.28° verbessert werden, rechts verschlechterte sich der Wert sogar um 0.54° im Vergleich präoperativ zum Nachuntersuchungszeitpunkt. Bei der Nachuntersuchung befanden sich lediglich 13.6 % der Hüften in einem physiologischen Bereich.

Die DVO führte bei den Patienten, die jenseits des vierten Lebensjahres operiert wurden (Altersgruppe II und III), zu keiner Verbesserung des CE – Winkels bzw. es konnte keine Zunahme der lateralen Überdachung des Hüftkopfes beobachtet werden, wobei sich die Werte in der Gruppe III sogar verschlechterten.

Die einzelnen Gradeinteilungen zu den drei Messzeitpunkten gehen aus den Tabellen 36 bis 38 hervor.



**Tab.36: Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe I**

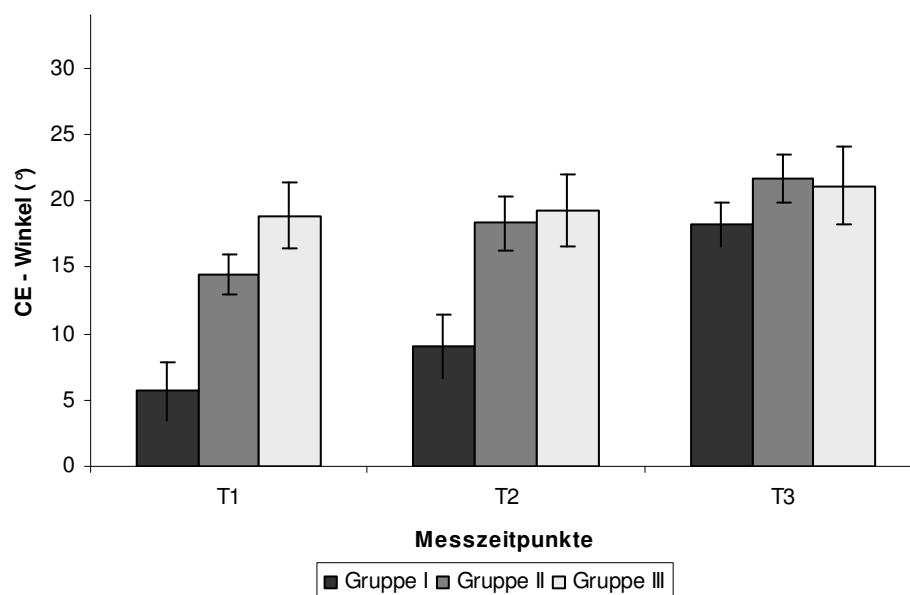
Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal I	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1 (n=24)	0	5	16	3
T2 (n=24)	21	3	0	0
T3 (n=26)	0	8	18	0

**Tab.37: Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe II**

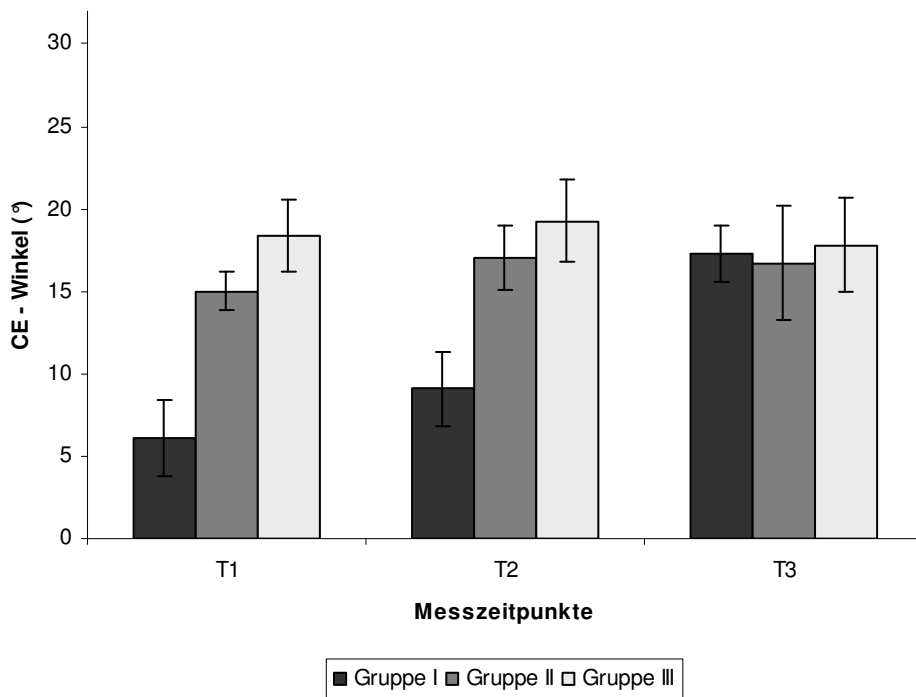
Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal I	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1(n=26)	3	12	11	0
T2 (n=26)	7	13	6	0
T3 (n=26)	2	12	11	1

**Tab.38: Ergebnisse des CE- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe III**

Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal I	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1 (n=22)	6	6	10	0
T2 (n=22)	9	4	9	0
T3 (n=22)	3	11	6	2



**Abb.47: Gruppenspezifischer Verlauf des CE – Winkels für das linke Hüftgelenk**



**Abb.48:** Gruppenspezifischer Verlauf des CE – Winkels für das rechte Hüftgelenk

### 3.7.3 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum ACM-Winkel nach Idelberger und Frank (1952)

Der ACM – Winkel gilt als Maß für die Pfannentiefe und die Form der Hüftpfanne. Seine Konstruktion, Normalwerte und seine altersspezifischen sowie morphologischen Besonderheiten gehen ebenfalls aus Kapitel 2.4.2 detailliert hervor.

Ausgewertet werden konnten für die Zeitpunkte T1 und T2 jeweils 72 und für den Zeitpunkt T3 74 Hüften. Eine Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte mit ihrer einfachen Standardabweichung zu den drei Messzeitpunkten gibt zunächst die Tabelle 39. Es folgen dann die Ergebnisse der Varianzanalyse in der Tabelle 40.

**Tab.39: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter ACM-Winkel**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	59.92	4.78	51.92	5.47	49.81	5.79
<i>rechts</i>	59.67	6.18	51.00	4.67	49.55	3.86
<b>T2</b>						
<i>links</i>	56.83	5.95	50.77	5.04	49.09	3.73
<i>rechts</i>	59.17	5.97	49.85	4.39	50.27	5.59
<b>T3</b>						
<i>links</i>	49.53	4.68	47.77	3.22	47.27	9.64
<i>rechts</i>	48.30	3.28	50.00	6.35	49.36	3.00

Signifikante Gruppenunterschiede finden sich nur zu den Zeitpunkten präoperativ (T1) und unmittelbar postoperativ (T2). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergibt die Varianzanalyse der Mittelwerte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen (Links:  $p = .641$ , Rechts:  $p = .643$ )

**Tab.40: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den ACM - Winkel**

Zeit- punkte	df	F	p(F)
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/33	11.67	.000
<i>rechts</i>	2/33	14.08	.000
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/33	7.73	.002
<i>rechts</i>	2/33	11.77	.000
<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/34	0.45	.641
<i>rechts</i>	2/34	0.46	.643

Betrachtet man nun die Dynamik des ACM – Winkels mit Hilfe der Veränderungswerte vom Zeitpunkt T1 bis T3, so ergibt die Scheffé - Prozedur lediglich für das rechte Hüftgelenk signifikante Unterschiede zwischen der

Altersgruppe I und III sowie zwischen der Gruppe I und II. Die Gruppen II und III unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (siehe hierzu Tabelle 41).

Der ACM – Winkel korreliert dabei negativ zum Alter bei der Operation, d.h je älter die Patienten zum Zeitpunkt der Operation waren, desto geringer waren die Veränderungen des ACM – Winkels (Links:  $r = -.586$ ,  $p = .000$ , Rechts:  $r = -.644$ ,  $p = .000$ ).

**Tab.41: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den ACM - Winkel**

	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	10.92	6.17	4.15	6.13	2.54	11.42	2/33	3.53	.041	I/II n.s., I/III n.s., II/III n.s.
<i>rechts</i>	11.58	6.32	1.00	6.26	0.18	3.65	2/33	15.27	.000	I/II***, I/III***, II/III n.s.

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

Für den ACM – Winkel konnte zum Zeitpunkt T1 ein Durchschnittswert von  $53.94^\circ$  (SD =  $6.59^\circ$ ) für links und von  $53.44^\circ$  (SD =  $6.64^\circ$ ) für rechts ermittelt werden, unabhängig vom Alter bei DVO.

Unmittelbar durch die Operation wurde der Wert auf  $52.28^\circ$  links und  $53.08^\circ$  rechts verändert. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung finden wir Durchschnittswerte von  $48.24^\circ$  (SD =  $5.91^\circ$ ) links und  $48.22^\circ$  (SD =  $6.77^\circ$ ) rechts.

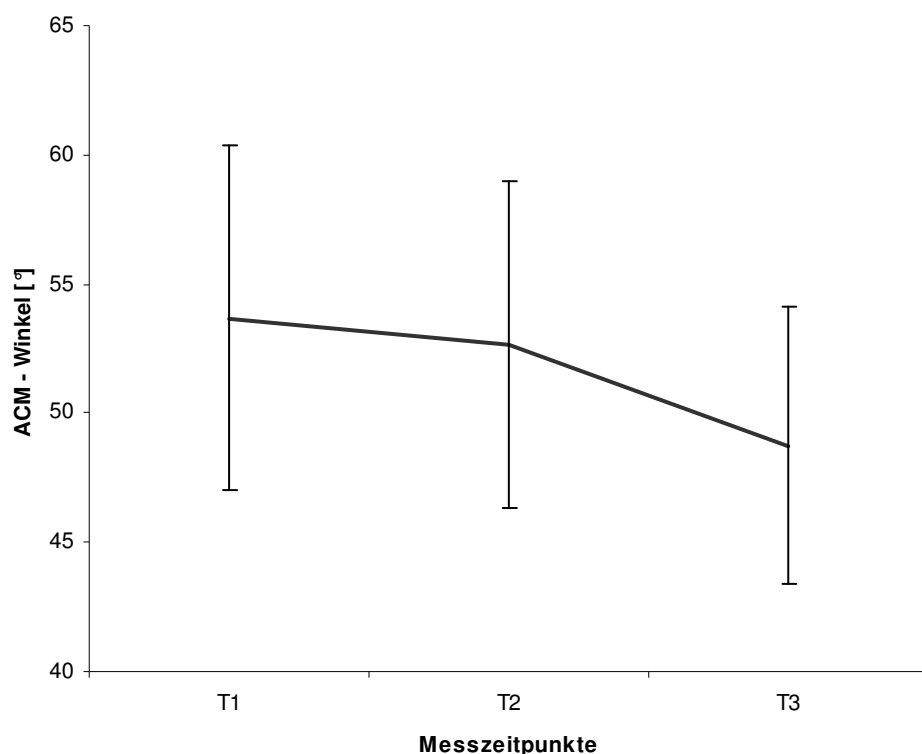
Aus der Tabelle 42 geht die Aufteilung des ACM - Winkels für die drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke unanhängig vom Alter bei der DVO hervor, Abbildung 49 zeigt die Mittelwerte mit der einfachen Standardabweichung des ACM – Winkels aller Hüftgelenke im zeitlichen Verlauf.

Nach DVO finden wir bei der Nachuntersuchung insgesamt 34 Hüftgelenke, sprich 45.9 %, mit normalen Winkelwerten (Grad 1). Insgesamt 54.0 % aller nachuntersuchten Gelenke befinden sich dagegen im pathologischen Bereich, wobei hiervon 85 % leicht pathologische ACM – Winkel unter  $55^\circ$  aufwiesen.

**Tab.42: Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für alle Hüftgelenke zu den drei Messzeitpunkten T1,T2 und T3**

Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1 (n=72)	18	25	9	20
T2 (n=72)	20	28	13	11
T3 (n=74)	34	34	4	2

Insgesamt zwei Gelenke hatten Winkelwerte über 60° und waren damit viertgradig pathologisch, dies entspricht 2.7 % aller nachuntersuchten Gelenke. Setzt man dies nun in Bezug zu der präoperativen Ausgangssituation, so haben die pathologischen ACM – Winkel (Grad 2 bis Grad 4) um 18.9 % abgenommen und der Anteil der physiologischen Winkel hat sich um 21.6 % erhöht.



**Abb.49: Verlauf des ACM – Winkels über drei Messzeitpunkte für alle Hüftgelenke**

Vergleicht man alle Hüftgelenke unabhängig von der Gruppenaufteilung nach Operationsalter, so ergeben sich im Langzeitverlauf signifikante Mittelwertsunterschiede für den ACM – Winkel von T1 zu T3 ( $p = <.001$ ) und von T2 zu T3 ( $p = .017$ ). Nicht signifikant waren dagegen die Veränderungen von T1 zu T2.

Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede konnten zwischen dem linken und rechtem Hüftgelenk festgestellt werden ( $p = .647$ ).

Durch die DVO konnten also sowohl im Vergleich der Altersgruppen als auch im Gesamtverlauf aller Hüftgelenke signifikante Mittelwertsunterschiede für den ACM – Winkel zu den beiden Messzeitpunkten präoperativ (T1) gegenüber der Nachuntersuchung (T3) verzeichnet werden.

Wie aus den Tabellen 41 – 43 ersichtlich, ergibt die Aufteilung des ACM – Winkels nach der Gradeinteilung von Tönnis folgendes Bild.

In der Altersgruppe I beträgt der präoperative ACM – Winkel durchschnittlich  $59.92^\circ$  ( $SD = 4.78^\circ$ ) links und  $59.67^\circ$  ( $SD = 6.18^\circ$ ) rechts, der Anteil physiologischer ACM – Winkel ist mit nur einem Gelenk zu diesem Zeitpunkt in der jüngsten Altersgruppe am geringsten und der Anteil viertgradig pathologischer Hüften mit insgesamt 70.8 % am größten. In den Gruppen II und III finden wir präoperativ einen Anteil extrem pathologischer Werte von 7.7 % bzw. 4.5 %, demgegenüber stehen insgesamt 80.7 % bzw. 86.4 % erst– bis maximal zweitgradig veränderte Hüftgelenke dieser Altersgruppen. Wie auch schon bei der Auswertung des AC – Winkelverlaufes liegen die Ausgangswerte für den ACM – Winkel der älteren Kinder näher am physiologischen Bereich, demzufolge nimmt der ACM – Winkel in der Gruppe II von T1 zu T3 um  $4.15^\circ$  links und um  $1.00^\circ$  rechts ab, in der Gruppe III beträgt diese Differenz  $2.54^\circ$  links und  $0.19^\circ$  rechts. Die Patienten, die vor dem dritten Lebensjahr operiert wurden, konnten den ACM – Winkel links um durchschnittlich  $10.39^\circ$  und rechts um  $11.37^\circ$  bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt verbessern. Die Abbildungen 50 und 51 zeigen den Verlauf der Mittelwerte über die drei Messzeitpunkte, getrennt nach Altersgruppen und Seite.

In der Altersgruppe II verbesserte sich der Anteil der normalen ACM – Winkel um 19.2 %, der Anteil viertgradig pathologischer Gelenke blieb gleich. Die Patienten, die zwischen dem neunten und 18 Lebensjahr operiert wurden, weisen zum Zeitpunkt T3 keine extrem pathologischen Gelenke auf, der Anteil normaler Hüftgelenke verringerte sich um 3.8 % und die zweitgradig pathologischen ACM – Winkel nahmen um 7.7 % zu.

Im Vergleich der Mittelwerte zum Zeitpunkt T3 haben alle Altersgruppen physiologische ACM – Winkel. Im Verlauf zeigt die Gruppe der jüngsten Patienten

jedoch die größte Verbesserbarkeit der Pfannentiefe, ausgedrückt durch eine Abnahme des ACM – Winkels.

**Tab.43: Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe I**

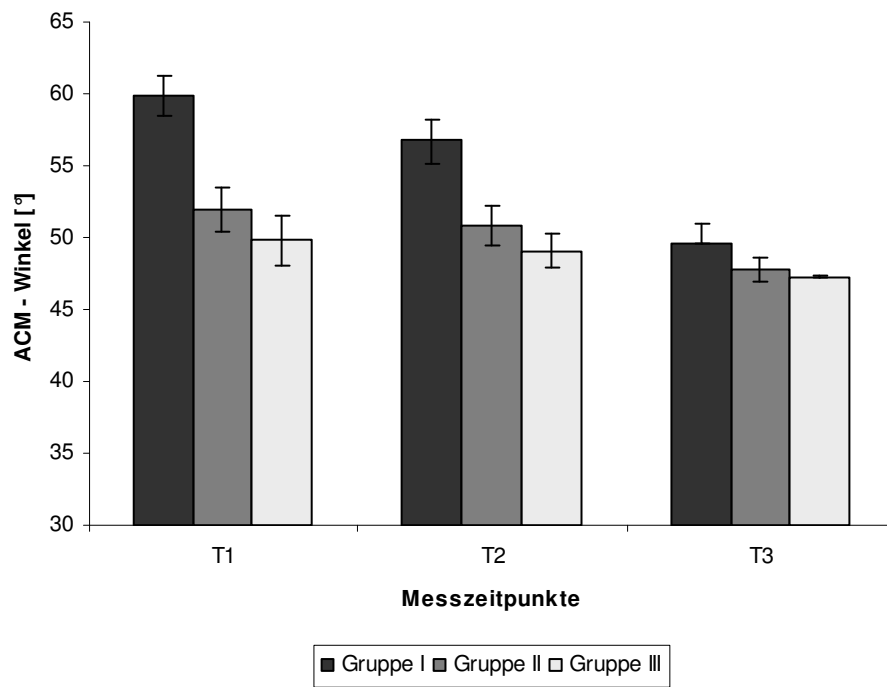
<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=24)	1	2	4	17
T2 (n=24)	2	5	8	9
T3 (n=26)	13	11	2	0

**Tab.44: Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe II**

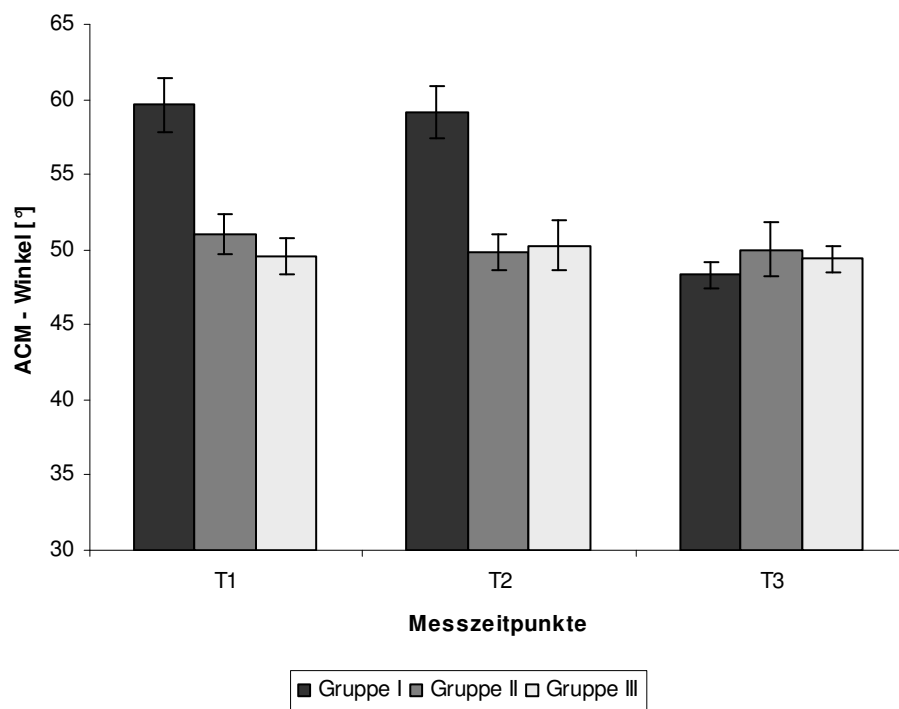
<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1(n=26)	8	13	3	2
T2 (n=26)	8	15	2	1
T3 (n=26)	13	11	0	2

**Tab.45: Ergebnisse des ACM- Winkels in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe III**

<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=22)	9	10	2	1
T2 (n=22)	10	9	2	1
T3 (n=22)	8	12	2	0



**Abb.50:** Gruppenspezifischer Verlauf des ACM – Winkels für das linke Hüftgelenk



**Abb.51:** Gruppenspezifischer Verlauf des ACM –Winkels für das rechte Hüftgelenk



### 3.7.4 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei

#### Messzeitpunkten T1-T3: Daten zur Dezentrierungsstrecke (d) nach Busse et al. (1972)

Die Dezentrierungsstrecke (d) oder auch mit MZ abgekürzt, gemessen in mm, stellt ein Maß für die Dezentrierung von Hüftpfanne und Kopf dar. Je größer dieses Lagemaß ausfällt, desto größer ist der Abstand zwischen den Gelenkpartnern. Die Konstruktion dieses Lagemaßes, die Normalwerte sowie die altersspezifischen und morphologischen Besonderheiten gehen aus Kapitel 2.4.2 detailliert hervor. Der Vollständigkeit halber werden die einzelnen Ergebnisse hier erwähnt, klinische Bedeutung erlangt die Dezentrierungsstrecke sicherlich erst im Kontext mit dem AC- und CE – Winkel, ausgedrückt durch den Hüftwert nach Busse et al. (1972). So wird die Dezentrierungsstrecke im Röntgenbild auch stets erst gemessen, nachdem AC- und CE – Winkel eingezeichnet wurden. Nach Tönnis (1985) sind Werte über 6 mm als pathologisch anzusehen, Werte oberhalb von 9 mm werden als stark deformiert betrachtet.

Ausgewertet werden konnten für die Zeitpunkte T1 und T2 jeweils 72 und für den Zeitpunkt T3 74 Gelenke.

Aus der Tabelle 46 gehen die gruppenspezifischen Mittelwerte mit ihrer einfachen Standardabweichung jeweils zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3 hervor.

**Tab.46: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter Dezentrierungsstrecke (d)**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	7.42	2.27	5.31	2.66	6.18	3.46
<i>rechts</i>	8.75	5.56	5.00	2.12	5.90	3.53
<b>T2</b>						
<i>links</i>	6.67	3.65	5.15	3.34	5.72	2.90
<i>rechts</i>	6.92	2.39	5.15	2.61	6.45	4.61
<b>T3</b>						
<i>links</i>	6.38	2.79	5.38	1.39	5.50	2.64
<i>rechts</i>	5.54	3.15	7.92	7.98	6.27	2.49

Wie aus den Ergebnissen der querschnittlichen Varianzanalyse aus Tabelle 47 ersichtlich, unterscheiden sich die Dezentrierungsstrecken zu keinem Messzeitpunkt im Gruppenvergleich signifikant voneinander.

<b>Tab.47: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für die Dezentrierungsstrecke</b>			
<b>Zeitpunkte</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>p(F)</b>
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/33	1.76	0.188
<i>rechts</i>	2/33	2.98	0.065
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/33	0.65	0.526
<i>rechts</i>	2/33	0.96	0.390
<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/34	0.96	0.391
<i>rechts</i>	2/34	0.69	0.507

Die Tabelle 48 gibt die Ergebnisse der Varianzanalyse für die Veränderungswerte sowie die Paarvergleiche mittels Post – Hoc – Scheffé – Test wieder.

<b>Tab.48: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für die Dezentrierungsstrecke</b>										
	<b>Altersgruppe I</b>		<b>Altersgruppe II</b>		<b>Altersgruppe III</b>		<b>Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)</b>			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	1.33	3.31	-0.08	2.33	-3.00	1.36	2/33	0.90	.415	I/II n.s., I/III n.s. II/III n.s.
<i>rechts</i>	3.17	4.55	-2.92	7.25	-0.36	4.29	2/33	3.67	.036	I/II*, I/III n.s., II/III n.s.

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

Betrachtet man nun die Veränderungswerte der Dezentrierungsstrecke vom Zeitpunkt T1 bis T3, so fällt lediglich die Verbesserung in der Altersgruppe I auf. Im Gruppenvergleich konnte ein schwach signifikanter Unterschied zwischen Gruppe I

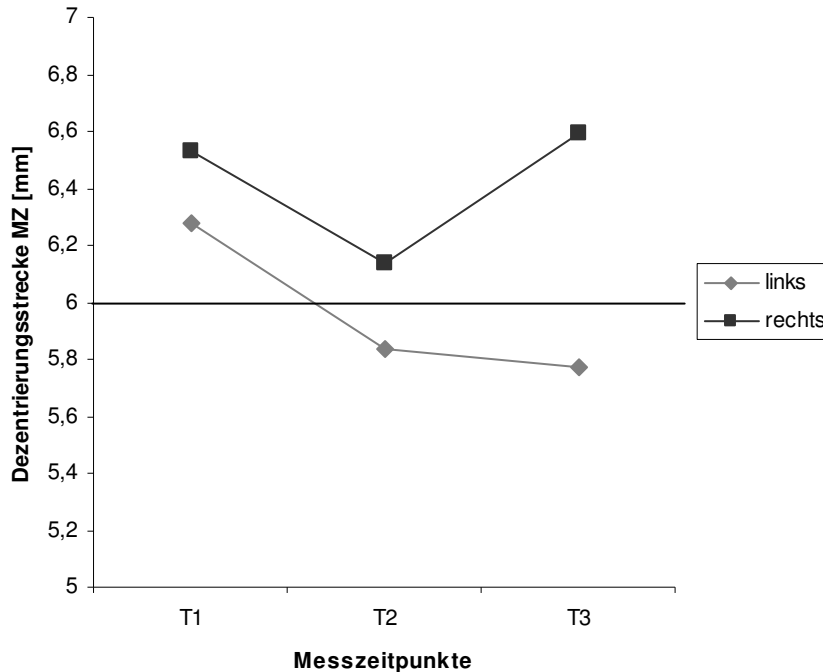
und II beobachtet werden. Keine signifikante Korrelation fand sich zwischen der Dezentrierungsstrecke und dem Alter bei der OP (Links:  $r = -.189$ ,  $p = .270$ , Rechts:  $r = -.277$ ,  $p = .102$ ).

Insgesamt verändert sich die Strecke MZ aller nachuntersuchten Gelenke von präoperativ 6.28 mm (SD = 2.87 mm) für links und 6.53 mm (SD = 4.18 mm) rechts auf 5.83 mm (SD = 2.90 mm), bzw. 6.14 mm (SD = 3.29 mm) unmittelbar postoperativ. Alle Gelenke sind präoperativ gruppenunabhängig als dezentriert mit Werten über 6 mm anzusehen, dies ändert sich postoperativ durch die DVO nur bedingt.

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt liegen die Werte zumindest für die linke Seite unter 6 mm, nämlich bei 5.77 mm (SD = 2.32 mm). Rechts allerdings hat sich der Wert mit 6.59 mm (SD = 5.23 mm) verschlechtert, es kam also hier durch die DVO zu einer Zunahme der Dezentrierung.

Wie aus Tabelle 46 ersichtlich, verbessert sich lediglich beidseits die Dezentrierung in der Altersgruppe I, hier nimmt die Strecke MZ links um 1.04 mm und rechts um 3.21 mm ab im Vergleich von präoperativ zum Nachuntersuchungszeitpunkt. In der Gruppe II verschlechtert sich der Wert links geringfügig, dafür nimmt der Wert rechts um 2.92 mm zu. In der Gruppe der ältesten Kinder wiederum kommt es nur zu geringen Veränderungen, links verbessert er sich, während der Wert rechts um 0.37 mm zunimmt. Die größten Dezentrierungen zum Nachuntersuchungszeitpunkt finden sich mit 2 und 3 mm in der Altersgruppe II, es handelt sich hierbei um deutlich einseitig entrundete, dezentrierte und deformierte Hüftköpfe. Aufgrund der starken Entrundung weisen diese Gelenke insgesamt schlechte radiologische Ergebnisse auf, was allerdings nicht unbedingt mit schlechten subjektiven und klinischen Ergebnissen einhergeht.

Insgesamt 48.7 % aller Gelenke weisen zum Nachuntersuchungszeitpunkt MZ - Strecken über oder gleich 6 mm auf. Aus der Abbildung 52 wird der Verlauf der Strecke MZ über die drei Messzeitpunkte deutlich, eingezeichnet ist als Hilfslinie die pathologische Grenze bei 6 mm.



**Abb.52:** Verlauf der Dezentrierungsstrecke über drei Messzeitpunkte

### 3.7.5 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum Hüftwert nach Busse et al. (1972)

Der Hüftwert nach Busse stellt einen Kombinationswert dar, mit dem die Gelenkform, die Ausbildung und Ausnutzung der Pfanne sowie ebenfalls die Stellung von Kopf und Hüftpfanne zueinander erfasst werden können. Nach Busse sollte eine normale Hüfte einen Wert von zehn haben, alle Hüftwerte sollten stets positiv sein, die Grenzen für jugendliche Hüften liegen bei sechs und 15, für Erwachsene bei sechs und 16. Wie bei den anderen Parametern zuvor war auch hier die Gradeinteilung nach Tönnis (1985) Grundlage der Auswertung, die altersspezifischen Besonderheiten bezüglich der Wertermittlung gehen detailliert aus Kapitel 2.4.5 hervor. Ausgewertet werden konnten für die Zeitpunkte T1 und T2 jeweils 72 Gelenke, für den Zeitpunkt T3 74. Die Tabelle 49 vermittelt zunächst eine Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte, jeweils zu drei Messzeitpunkten und jeweils seitengetrennt.

**Tab.49: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter Hüftwert**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	28.54	3.65	19.54	6.05	20.00	6.13
<i>rechts</i>	28.08	4.44	18.38	4.83	20.14	6.09
<b>T2</b>						
<i>links</i>	25.42	5.28	17.69	6.44	19.27	6.58
<i>rechts</i>	26.00	4.38	17.31	5.58	19.77	6.59
<b>T3</b>						
<i>links</i>	19.82	6.08	16.77	3.09	17.27	6.10
<i>rechts</i>	18.59	5.79	18.96	6.69	19.32	5.06

Im varianzanalytischen Vergleich der Mittelwerte (siehe hierzu Tabelle 50) lassen sich für den Hüftwert signifikante Gruppenunterschiede jeweils nur für die Messzeitpunkte T1 und T2 feststellen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung T3 unterscheiden sich die Mittelwerte der Altersgruppen nicht mehr signifikant voneinander, das bedeutet, dass der Faktor Alter bei DVO scheinbar am Endwert des Hüftwertes keinen signifikanten Einfluss hat.

**Tab.50: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den Hüftwert**

Zeit- punkte	df	F	p(F)
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/33	10.63	.000
<i>rechts</i>	2/33	12.39	.000
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/33	7.73	.002
<i>rechts</i>	2/33	11.77	.000
<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/34	0.45	.640
<i>rechts</i>	2/34	0.46	.640

Wie die Tabelle 49 verdeutlicht, finden wir die schlechtesten mittleren Hüftwerte präoperativ in der Altersgruppe I, diese kann wiederum auch die größte

Hüftwertdifferenz zum Nachuntersuchungszeitpunkt im Gruppenvergleich aufweisen. In der Analyse der Hüftwertdifferenzen (Veränderungswerte) von T1 (präoperativ) zu T3 (Nachuntersuchung) unterscheidet sich die Altersgruppe I signifikant bis hochsignifikant von den anderen beiden Gruppen, während sich die Gruppen II und III nicht signifikant voneinander unterscheiden. Dieser Zusammenhang der geringeren Hüftwertdifferenz in den Gruppen II und III wird auch durch die statistische Auswertung des Pearson - Korrelationskoeffizienten deutlich. Es zeigt sich eine signifikante negative Korrelation zwischen dem Faktor Alter bei DVO und Hüftwert zum Nachuntersuchungszeitpunkt und zwar in der Art, dass ein hohes Operationsalter wenig Änderung im Hüftwert bewirkt (Links:  $r = -.450$ ,  $p = .006$ , Rechts:  $r = -.444$ ,  $p = .007$ ).

Der präoperative Ausgangsbefund bzw. die Schwere der Dysplasie beeinflussen also den Hüftwert zum Nachuntersuchungszeitpunkt stärker als das Alter bei der Operation. Die Tabelle 51 gibt die Ergebnisse der Varianzanalyse für die Veränderungswerte sowie die Paarvergleiche mittels Post – Hoc – Scheffé – Test wieder.

<b>Tab.51: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den Hüftwert</b>										
	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	9.32	6.53	2.77	6.58	2.73	6.09	2/33	4.18	.024	I/II <sup>*1</sup> , I/III <sup>*1</sup> , II/III n.s.
<i>rechts</i>	9.57	7.21	-0.58	5.29	0.82	6.43	2/33	9.17	.001	I/II <sup>***</sup> , I/III <sup>***</sup> , II/III n.s.

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

<sup>1</sup> = bei inhomogenen Varianzen Tamhane's Test

Aus den Tabellen 52 – 54 geht die Hüftwertverteilung altersgruppenabhängig zu den drei Messzeitpunkten nach Tönnis hervor.

In der Altersgruppe I befinden sich präoperativ die Hüften mit den schlechtesten Hüftwerten, alle 24 Gelenke der Altersgruppe 0-3 Jahre sind dritt– bis viertgradig pathologisch und demnach ist kein Gelenk im annähernd physiologischen Bereich.

Der durchschnittliche Hüftwert beträgt links 28.54 (SD = 3.65) und rechts 28.08 (SD = 4.44).

Dies verändert sich postoperativ nur gering und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung beträgt der Anteil pathologischer bis extrem pathologischer Gelenke immerhin noch 46.1 %. Der mittlere Hüftwert konnte links auf 19.82 (SD = 6.08) und rechts auf 18.59 (SD = 5.79) gesenkt werden. Die mittlere Hüftwertdifferenz von präoperativ zum Nachuntersuchungszeitpunkt beträgt in dieser Altersgruppe links 9.32 (SD = 6.53) und rechts 9.57 (SD = 7.21).

Normalwerte werden von acht (30.8 %) der 26 Gelenke zum Zeitpunkt T3 erreicht.

In der Altersgruppe II dagegen befinden sich insgesamt 18 (69.2 %) der 26 Gelenke präoperativ im normalen bis leicht pathologischen Bereich, lediglich 30.8 % weisen dritt- bis viertgradig pathologische Werte auf. Mit 19.54 (SD = 6.05) für links und 18.38 (SD = 4.83) für rechts liegen die Ausgangswerte zu diesem Messzeitpunkt im Durchschnitt näher am physiologischen Bereich als in der Gruppe I. Postoperativ verschieben sich die Werte auch in dieser Altersgruppe nur geringfügig. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung befinden sich 19 (73.1 %) Gelenke im normalen – bis leicht pathologischen Bereich, insgesamt sieben Hüften (26.9 %) weisen pathologische Hüftwerte auf, von denen zwei (7.7 %) extrem pathologisch sind. Mit durchschnittlich 16.77 (SD = 3.09) links und 18.96 (SD = 6.69) rechts ist kaum eine Veränderung des Hüftwertes in dieser Altersgruppe durch die DVO zu beobachten, die Hüftwertdifferenz von T1 zu T3 beträgt nur noch links 2.7 (SD = 6.58) und rechts verschlechterte sich der Hüftwert sogar, sodass die Differenz negativ wird (– 0.58 ,SD = 5.29). Das präoperative Verteilungsmuster der Hüftwerte nach Tönnis entspricht in dieser Altersgruppe in etwa dem bei der Nachuntersuchung. In der Gruppe der ältesten Kinder bei DVO befinden sich 13 Gelenke präoperativ (59.1 %) im normalen bis leicht pathologischen Bereich.

Sieben (31.8 %) Hüften weisen pathologische und zwei (9.1 %) extrem pathologische Hüftwerte auf. Die Ausgangswerte sind, vergleichbar wie in der Gruppe II, durchschnittlich mit links 20.00 (SD = 6.13) und 20.14 (SD = 6.09) rechts im pathologischen Bereich. Durch die DVO ändert sich in dieser Altersgruppe zum Zeitpunkt T2 kaum etwas an dieser Aufteilung und den durchschnittlichen Hüftwerten. Nach DVO zum Zeitpunkt T3 finden wir in dieser Altersgruppe keine extrem pathologischen Hüftwerte mehr, der Anteil der pathologischen Hüften ist mit sieben (31.8 %) gleich geblieben, während der Anteil der normalen bis leicht

pathologischen Gelenke auf insgesamt 15 (68.2 %).verbessert werden konnte. Im Mittel beträgt der Hüftwert zum Zeitpunkt T3 links 17.27 (SD = 6.10) und rechts 19.32 (SD = 5.06) für diese Altersgruppe, die mittlere Hüftwertdifferenz beträgt nur noch links 2.73 (SD = 6.09) und rechts 0.82 (SD = 6.43).

Bezogen auf das gesamte Patientengut, befindet sich zum Zeitpunkt T3 insgesamt ein Drittel, nämlich 26 Hüftgelenke (35.1 %), im dritt- bis viertgradig pathologischen Bereich. 28 Hüften (37.8 %) dagegen weisen normale Werte auf. Die größte Verbesserbarkeit des durchschnittlichen Hüftwertes fand sich in der Gruppe der jüngsten Kinder, auch wenn hier mit 46.1 % der Anteil der pathologischen Gelenke zum Nachuntersuchungszeitpunkt am höchsten war.

Der mittlere Hüftwert aller Gelenke betrug rund 25 Jahre nach DVO links 17.99 (SD = 5.36) und rechts 18.94 (SD = 5.77), damit liegen die Werte beidseits im leicht pathologischen Bereich nach Tönnis (Grad 2  $\geq 16$ -<21).

Die Abbildungen 53 und 54 geben die mittleren Hüftwerte der einzelnen Altersgruppen mit dem Standardfehler (MW  $\pm$  SEM) für die drei Messzeitpunkte T1-T3 noch einmal grafisch wieder.

**Tab.52: Ergebnisse des Hüftwertes in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe I**

<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=24)	0	0	10	14
T2 (n=24)	0	3	14	7
T3 (n=26)	8	6	11	1

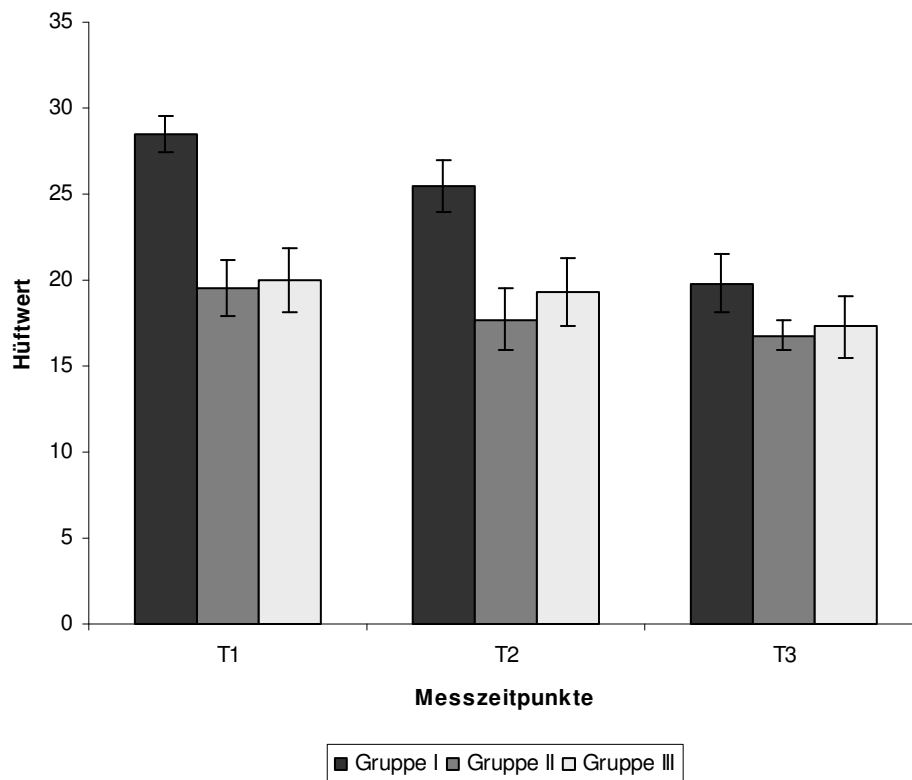
**Tab.53: Ergebnisse des Hüftwertes in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe II**

<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1(n=26)	10	8	7	1
T2 (n=26)	10	10	4	2
T3 (n=26)	10	9	5	2

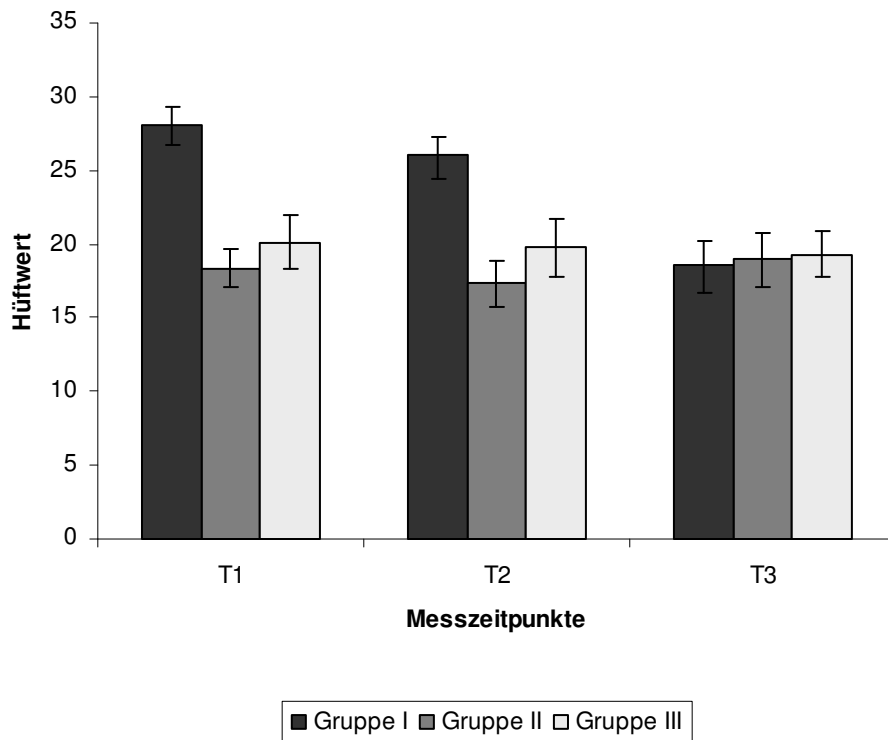


**Tab.54: Ergebnisse des Hüftwertes in der Gradeinteilung nach Tönnis (1985) für die Altersgruppe III**

Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	Grad 1 normal I	Grad 2 leicht pathologisch	Grad 3 pathologisch	Grad 4 extrem pathologisch
T1 (n=22)	5	8	7	2
T2 (n=22)	7	6	7	2
T3 (n=22)	10	5	7	0



**Abb.53: Gruppenspezifischer Verlauf des Hüftwertes für das linke Hüftgelenk**



**Abb.54:** Gruppenspezifischer Verlauf des Hüftwertes für das rechte Hüftgelenk

### 3.7.6 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum KE – Winkel nach Jäger und Refior (1974)

Der Kopfepiphysen – Schenkelhals – Winkel (KE – Winkel) nach Jäger und Refior (1974) dient neben dem CCD – Winkel als zusätzliches Instrument, um ein eventuelles Revalgisierungsverhalten des osteotomierten Schenkelhalses zu erfassen. Nach Jäger und Refior gelten Werte von  $25 \pm 5^\circ$ , bei Maximalwerten von  $15^\circ$ - $35^\circ$  als normal. Winkel, die über diese Normalwerte hinausgehen, zeigen die so genannte “Kopf-im-Nacken-Lage” an, kleinere Werte dagegen einen varischen Schenkelhals.

Die Konstruktion sowie die Normalwerte für diesen Parameter sind im Kapitel 2.4 bereits beschrieben worden.

Für den Zeitpunkt T1 konnten 68 für T2 70 und zum Zeitpunkt T3 44 Gelenke ausgewertet werden. Bei unklarem oder verstrichenem Epiphysenverlauf im

Erwachsenenalter wurde auf die Konstruktion des Winkels verzichtet, was die niedrige Fallzahl zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung begründet. Die nachstehende Tabelle 55 gibt zunächst einen Überblick über die Mittelwerte zu den drei Messzeitpunkten, jeweils mit der einfachen Standardabweichung.

**Tab.55: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter KE - Winkel**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	21.73	7.43	21.62	4.03	18.30	3.40
<i>rechts</i>	16.36	6.25	19.54	6.77	18.10	4.01
<b>T2</b>						
<i>links</i>	23.92	8.49	18.33	6.93	17.90	2.98
<i>rechts</i>	19.50	8.98	19.33	5.69	21.64	5.54
<b>T3</b>						
<i>links</i>	21.82	5.74	25.00	8.04	32.25	7.59
<i>rechts</i>	25.45	7.70	27.12	7.96	30.75	7.18

Wie aus Tabelle 56 ersichtlich, finden wir zu keinem Zeitpunkt signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Gruppen, bezogen auf den KE – Winkel.

**Tab.56: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den KE - Winkel**

Zeit- punkte	df	F	p(F)
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/31	1.46	.248
<i>rechts</i>	2/31	0.86	.434
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/32	3.01	.064
<i>rechts</i>	2/32	0,38	.683
<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/20	3.35	.055
<i>rechts</i>	2/18	0.69	.051

In der Varianzanalyse der Veränderungswerte unterscheidet sich lediglich die Altersgruppe I signifikant von der Gruppe III, bezogen auf die linke Seite.

Gruppenunterschiede zwischen Gruppe I und II oder II und III sowie für die rechte Seite lassen sich nicht feststellen, die Ergebnisse sind in Tabelle 57 zusammengefasst. In der Spearman – Korrelation lässt sich ein negativ signifikanter Zusammenhang zwischen dem KE – Winkel und dem Alter bei der DVO feststellen. Je höher das Alter bei OP war, desto geringer sind die statistischen Veränderungen des KE – Winkels. Dies konnte allerdings nur für die linke Seite beobachtet werden (Links:  $r = -.443$ ,  $p = .034$ , Rechts:  $r = -.222$ ,  $p = .334$ ).

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse der Veränderungswerte von T1 gegenüber T3. Im Mittel verzeichnet die Gruppe III die größte Veränderung, bei allerdings kleinster Fallzahl zum Nachuntersuchungszeitpunkt und größter Variationsbreite (Min = 26.00°, Max = 45.00°, bzw. Min = 23.00°, Max = 43.00°)

**Tab.57: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den KE - Winkel**

	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	-0.09	9.59	-3.13	6.53	-14.25	6.55	2/20	4.38	.026	I/II n.s., I/III* II/III n.s.
<i>rechts</i>	-9.09	12.57	-9.83	9.52	-13.75	4.65	2/28	0.28	.758	I/II n.s. I/III n.s. II/III n.s.

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

Im Vergleich der drei Altersgruppen befinden sich präoperativ 36.4 % aller Gelenke der Gruppe I im Normalbereich, vier (18.2 %) sind varisch und je fünf (23.7 %) in angedeuteter bis ausgeprägter Kopf - im - Nacken – Lage. Postoperativ nimmt hier der Anteil valgischer Schenkelhalse auf insgesamt 45.8 % zu und zum Zeitpunkt T3 finden wir mit insgesamt 63.6 % in dieser Altersgruppe den größten Anteil der so genannten Kopf - in - Nacken – Stellung.

Sechs Hüften, sprich 27.3 %, zeigen noch physiologische KE – Winkel bei der Nachuntersuchung. In dieser Altersgruppe konnten allerdings auch letztendlich die meisten Röntgenbilder am zuverlässigsten ausgewertet werden.

In der Gruppe II haben wir, verglichen mit der Gruppe I, zum Zeitpunkt T1 vergleichbar viele normale KE – Winkel, jedoch mit 61.5 % im Gruppenvergleich den höchsten Anteil an valgischen Hüften.

Durch die DVO weisen 16 Hüftgelenke (66.7 %) normale und nur noch sieben (29.2 %) eine vermehrte Kopf – im – Nacken – Stellung auf. Der Anteil varischer Gelenke bleibt mit 4.2 % gleich. In der letzten Nachuntersuchung konnten lediglich 14 Gelenke bezüglich des KE – Winkels ausgewertet werden, durch die Bernbeck – Osteotomie nahm der Anteil der ausgeprägten Valgisierung auf insgesamt 50 % zu. Fünf Gelenke (35.7 %) weisen normale Winkelwerte auf.

In der Gruppe der ältesten Kinder liegen präoperativ mit 17 (85 %) Gelenken die meisten physiologischen Werte vor. Wir finden keine ausgeprägte Valgisierung. Unmittelbar postoperativ bleibt der Anteil normaler Werte in etwa gleich, eine Kopf – im – Nacken – Stellung tritt jetzt bei vier (18.2 %) Hüften auf, der Anteil varischer Gelenke bleibt gleich. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt hat kein Gelenk dieser Altersgruppe normale KE – Winkel. Nahezu 100 % weisen eine vermehrte Kopf – im – Nacken – Lage auf. Die Tabellen 58 bis 60 und die Abbildungen 55 und 56 zeigen die gruppenspezifische Verteilung der KE – Winkel zu den drei Messzeitpunkten, jeweils mit der einfachen und doppelten Standardabweichung (s).

**Tab.58: Ergebnisse des KE – Winkels für die Altersgruppe I**

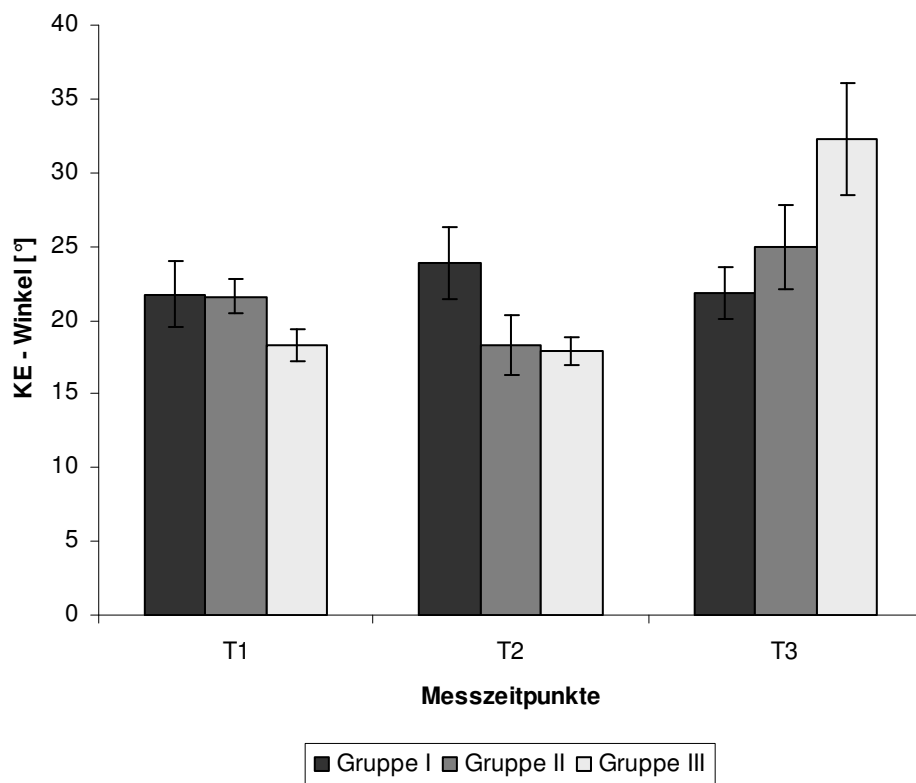
<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>- 2s*</b>	<b>-1s</b>	<b>normal</b>	<b>+1s</b>	<b>+2s</b>
T1 (n=22)	0	4	8	5	5
T2 (n=24)	0	1	7	5	11
T3 (n=22)	0	2	6	10	4

**Tab.59: Ergebnisse des KE – Winkels für die Altersgruppe II**

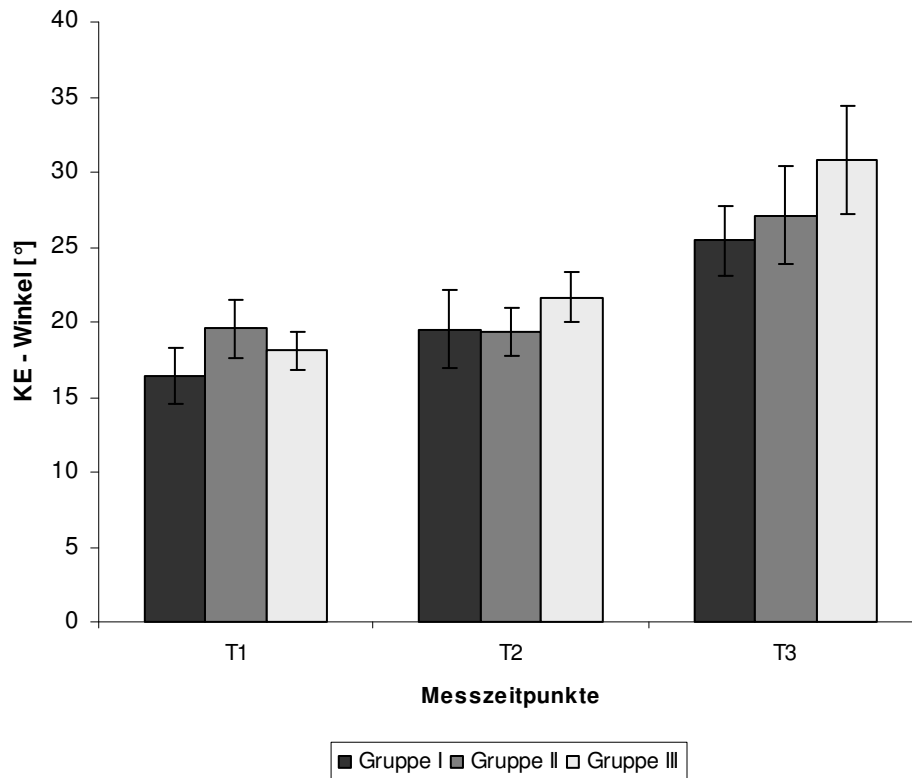
<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>- 2s*</b>	<b>-1s</b>	<b>normal</b>	<b>+1s</b>	<b>+2s</b>
T1 (n=26)	0	1	9	13	3
T2 (n=24)	0	1	16	3	4
T3 (n=14)	0	0	5	2	7

**Tab.60: Ergebnisse des KE – Winkels für die Altersgruppe III**

Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)	- 2s*	-1s	normal	+1s	+2s
T1 (n=20)	0	2	17	1	0
T2 (n=22)	0	2	16	3	1
T3 (n=8)	0	0	0	2	6



**Abb.55: Gruppenspezifischer Verlauf des KE – Winkels für das linke Hüftgelenk**



**Abb.56: Gruppenspezifischer Verlauf des KE – Winkels für das rechte Hüftgelenk**

### 3.7.7 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum CCD – Winkel nach Müller (1957)

Der Centrum – Collum – Diaphysenwinkel (CCD – Winkel) beschreibt einen projizierten Winkel, den, vereinfacht ausgedrückt, die Schenkelhalsachse mit der Femurdiaphyse bildet. Dieser Schenkelhalsneigungswinkel erscheint durch die Anteversion des Schenkelhalses größer als der tatsächliche Winkel und geht bei der angeborenen Hüftreifungsstörung mit einer Steilstellung (Coxa valga), sprich mit einem vergrößerten CCD – Winkel, einher. Die messtechnischen Voraussetzungen und Normalwerte sind bereits im Kapitel 2.4 dargestellt worden.

Ausgewertet werden konnten jeweils für den Zeitpunkte T1 72, für T2 70 und zum Zeitpunkt T3 74 Hüftgelenke. Die Tabelle 61 gibt einen Überblick über die Mittelwerte

und einfachen Standardabweichungen zu den drei Messzeitpunkten, jeweils für die drei Altersgruppen.

**Tab.61: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter CCD - Winkel**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>						
<i>links</i>	151.42	9.48	144.62	7.38	151.46	8.21
<i>rechts</i>	151.58	10.30	146.69	10.50	149.45	6.86
<b>T2</b>						
<i>links</i>	107.50	10.33	107.38	8.56	117.64	11.10
<i>rechts</i>	112.92	11.56	104.38	13.67	114.36	6.90
<b>T3</b>						
<i>links</i>	128.23	11.21	121.92	11.03	121.55	10.72
<i>rechts</i>	131.69	6.42	118.31	6.69	117.91	8.19

Vor der DVO nach Bernbeck lagen 31.9 % aller Hüftgelenke im altersentsprechenden Normbereich. In dem von uns nachuntersuchten Kollektiv fanden sich präoperativ keine Coxae varae. Leichte Valgitäten lagen präoperativ in 16.7 %, schwere in 23.6 % und extrem valgische CCD – Winkel in 27.8 % der Fälle vor.

Wie aus Tabelle 62 ersichtlich, zeigen sich in der querschnittlichen Varianzanalyse lediglich signifikante Gruppenunterschiede für den CCD – Winkel zum Zeitpunkt T3 (links:  $F = 11.47$ ,  $p(F) = .045$ , rechts:  $F = 15.51$ ,  $p(F) = .000$ )

**Tab.62: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den CCD – Winkel**

Zeit- punkte	df	F	p(F)
<b>T1</b>			
<i>links</i>	2/33	2.75	.079
<i>rechts</i>	2/33	0.84	.441
<b>T2</b>			
<i>links</i>	2/33	3.99	.028
<i>rechts</i>	2/33	2.83	.073



<b>T3</b>			
<i>links</i>	2/34	11.47	.045
<i>rechts</i>	2/34	15.51	.000

In der Gruppe der Kinder, die bis zum dritten Lebensjahr operiert wurden, zeigten neun (37.5 %) Gelenke normale Ausgangswerte, vier (16.7 %) waren leicht pathologisch, fünf (20.3 %) stark und sechs (25 %) waren noch stärker valgisch deformiert, sprich viertgradig pathologisch. Im Durchschnitt betrug der präoperative Wert in dieser Gruppe 151.42° (SD = 9.48°) links und 151.58° (SD = 10.30°) rechts. Durch die DVO wurde eine Varisierung von durchschnittlich 43.92° links und 38.67° rechts auf Mittelwerte um 107.50° (SD = 10.33°), bzw. 112.92° (SD = 11.56°) eingestellt. Zum Zeitpunkt T2 weisen zwei Gelenke (8.3 %) normale, neun leichte (37.5 %), vier schwere (16.7 %) und weitere neun (37.5 %) extrem varische Winkelwerte auf.

Betrachtet man die Anzahl der Gelenke für die Gruppe I nach den pathologischen Abweichungsgraden für den Zeitpunkt der Nachuntersuchung, so zeigt die Mehrzahl der Hüften normale CCD – Winkel (61.5 %), im Mittel wird sogar für die linke Seite exakt der Normwert von etwa 128° erreicht (Normbereich:  $\geq 120^\circ$  -  $< 135^\circ$ ). Leicht valgisch pathologisch waren sechs (23.1 %), stark valgisch drei Gelenke (12.5 %). Ein Gelenk hatte einen drittgradig varischen Schenkelhalswinkel. Extrem pathologische Winkelwerte fanden sich nicht für diese Altersgruppe.

Vom Zeitpunkt T2 zu T3 richtet sich der Schenkelhals im Gruppenvergleich in der Altersgruppe I am stärksten wieder auf, die Veränderungswerte betragen für links 20.73° und für rechts 18.77°, die Revalgisierungstendenz ist in der Gruppe I am stärksten ausgeprägt. Gleichzeitig wurden in dieser Gruppe auch die größten Varisierungen vorgenommen. Insgesamt 50 % aller Gelenke wurden in dieser Gruppe auf postoperative Werte von kleiner oder gleich 110 ° varisiert.

In der Altersgruppe II weisen 42,3 % der Gelenke physiologische Schenkelhalswinkel präoperativ auf. Mit durchschnittlich 144.62° (SD = 7.38°) links und 146.69° (SD = 10.50°) rechts liegen die Ausgangswerte damit im weniger valgischen Bereich als in der Gruppe I. Insgesamt 15 Gelenke waren pathologisch verformt, von denen sieben (26.9 %) leicht, drei (11.5 %) schwer und fünf (19.2 %) extrem pathologische valgische Werte zeigten. Postoperativ lassen sich bis auf zwei (8.3 %) Gelenke nur noch varische Schenkelhalswinkel messen. Von diesen 22 varischen Gelenken sind

neun (37.5 %) zweitgradig, acht (33.3 %) drittgradig und sieben (29.2 %) extrem varisch, sprich viertgradig pathologisch. Durchschnittlich wurde links um  $37.24^\circ$  und rechts um  $42.31^\circ$  auf Mittelwerte von  $107.38^\circ$  (SD =  $8.56^\circ$ ), bzw.  $104.38^\circ$  (SD =  $13.67^\circ$ ) variiert.

Der Schenkelhals hat sich in dieser Gruppe zum Nachuntersuchungszeitpunkt um durchschnittlich links  $14.54^\circ$  und rechts  $13.93^\circ$  wieder aufgerichtet, auf mittlere CCD – Winkel von  $121.92^\circ$  (SD =  $11.03^\circ$ ) bzw.  $118.31^\circ$  (SD =  $6.69^\circ$ ). Insgesamt 70.8 % aller Gelenke wurden in dieser Altersgruppe auf Werte kleiner oder gleich  $110^\circ$  variiert.

Zum Zeitpunkt T3 hat je ein Gelenk einen (7.7 %) dritt– bzw. viertgradig varischen CCD – Winkel, 13 Gelenke (50 %) haben normale und zehn (38.5 %) leichtgradig varisch veränderte Werte. Eine ausgeprägte Revalgisierung konnte bei einem Gelenk (3.8 %) beobachtet werden. Im Mittel erreichen die Werte für die rechte Seite in dieser Gruppe nicht die normale Variationsbreite von  $\geq 120 - < 135^\circ$ .

Mit durchschnittlich  $151.46^\circ$  (SD =  $8.21^\circ$ ) links und  $149.45^\circ$  (SD =  $6.86^\circ$ ) rechts liegen in der Gruppe der ältesten Kinder präoperativ ähnlich valgische Werte vor wie in Gruppe I. 19 Schenkelhalswinkel (86.4 %) befinden sich im pathologischen Bereich, von denen jeweils neun (40.9 %) stark bis extrem pathologisch und ein Gelenk lediglich leicht valgisch verändert sind. Drei Gelenke (13.6 %) haben präoperativ altersentsprechend normale Winkelwerte. Durch die DVO wird durchschnittlich links um  $33.82^\circ$  und rechts um  $35.09^\circ$  variiert, sodass CCD – Winkelwerte von  $117.64^\circ$  (SD =  $11.10^\circ$ ) und  $114.36^\circ$  (SD =  $6.90^\circ$ ) unmittelbar postoperativ erreicht werden. In insgesamt neun Fällen (40.9 %) wird kleiner oder gleich  $110^\circ$  variiert. Dadurch verschwinden die extrem valgisch veränderten Gelenke, der Anteil der drittgradig pathologischen Schenkelhalswinkel reduziert sich auf sechs (27.3 %), während der Anteil der zweitgradig verformten Hüften auf insgesamt zehn ansteigt (45.4 %). Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verzeichnen die Kinder dieser Gruppe eine Revalgisierung von durchschnittlich  $3.91^\circ$  links und  $3.55^\circ$  rechts, damit ergeben sich im Mittel CCD – Winkel von  $121.55^\circ$  (SD =  $10.72^\circ$ ), bzw.  $117.91^\circ$  (SD =  $8.19^\circ$ ) rund 25 Jahre nach DVO. Zehn Gelenke (45.4 %) dieser Altersgruppe erreichen normale CCD – Winkelwerte, insgesamt 54.5 % (12 Gelenke) sind zweit– bis drittgradig varisch verändert, ein Gelenk hat einen drittgradig valgischen Schenkelhalswinkel. Tendenziell sind die Durchschnittswerte dieser Gruppe zum Zeitpunkt T3 zumindest

für die linke Seite in der physiologischen Norm, aber im Gruppenvergleich insgesamt am niedrigsten und somit leicht in den varischen Bereich verschoben. Im Folgenden geben die Tabellen 64 – 66 die pathologischen Abweichungsgrade für den CCD – Winkel gruppenabhängig wieder, die Abbildungen 57 und 58 wiederum bilden die Mittelwerte des CCD – Winkels zusammen mit dem Standardfehler gruppenspezifisch zu den drei Messzeitpunkten T1 – T3 grafisch ab.

**Tab.63: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den CCD - Winkel**

	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
<i>links</i>	22.50	11.72	22.69	9.73	29.90	13.79	2/33	1.48	.242	I/II n.s., I/III n.s., II/III n.s
<i>rechts</i>	20.75	12.26	28.38	11.78	31.55	10.02	2/33	2.75	.079	I/II n.s., I/III n.s., II/III n.s

Anmerkung: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant

Betrachtet man die Veränderungswerte des CCD – Winkels vom Zeitpunkt T1 bis T3, so lassen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede feststellen. Ferner kann kein signifikanter Zusammenhang mittels der Spearman – Korrelation zwischen dem Alter bei der Operation und dem CCD – Winkel festgestellt werden (links:  $r = 0.217$ ,  $p = .204$ , rechts:  $r = 0.317$ ,  $p = .060$ ). Das Operationsalter hat also, statistisch gesehen, in unserem Patientenkollektiv keinen Einfluss auf die Entwicklung des Schenkelhalswinkel nach DVO. Die größte Veränderung des CCD – Winkels, ausgedrückt durch den Veränderungswert von T1 bis T3, lässt sich mit  $29.90^\circ$  (SD =  $13.79^\circ$ ) für links und  $31.55^\circ$  (SD =  $10.02^\circ$ ) für rechts in der Altersgruppe III feststellen. Dies deckt sich mit der geringeren Revalgisierungstendenz der älteren Kinder, während die Kinder der Gruppe I die niedrigsten effektiven Veränderungswerte des CCD – Winkels von T1 bis T3 verzeichnen. Die oben stehende Tabelle 63 gibt eine Übersicht über die gruppenspezifischen Veränderungswerte des CCD – Winkels sowie über die Ergebnisse der Varianzanalyse und der Scheffé – Prozedur.

Die Kinder, die vor dem dritten Lebensalter osteotomiert wurden (Gruppe I), tendierten eher zu einer Normalisierung als später operierte. In der Gruppe der älteren Kinder (Gruppe II und III) ist bei der Nachuntersuchung der Anteil varischer CCD – Winkel gegenüber den Frühosteotomierten erhöht (50, bzw. 54.5 %). In der Gruppe I fällt die hohe Revalgiserungsrate von 34.6 % gegenüber den älteren Kindern auf (3.8 % bzw. 4.5 %). Damit ist der Anteil pathologischer Revalgisierung in der Gruppe der jüngsten Kinder bis auf das Achtfache erhöht.

In insgesamt 41 Fällen wurde gleich oder kleiner 110° variiert. Von diesen stark variierten Schenkelhälsen entwickelten 14 (34.1 %), also knapp ein Drittel erneut eine Coxa vara, fünf (12.2 %) richteten sich davon im Sinne einer Coxa valga wieder auf. Von diesen fünf Gelenken gehörten vier (80 %) der Altersgruppe I an. 22 dieser überkorrigierten Gelenke (53.7 %) zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung normwertige CCD – Winkel.

**Tab.64: Ergebnisse des CCD – Winkels für die Altersgruppe I**

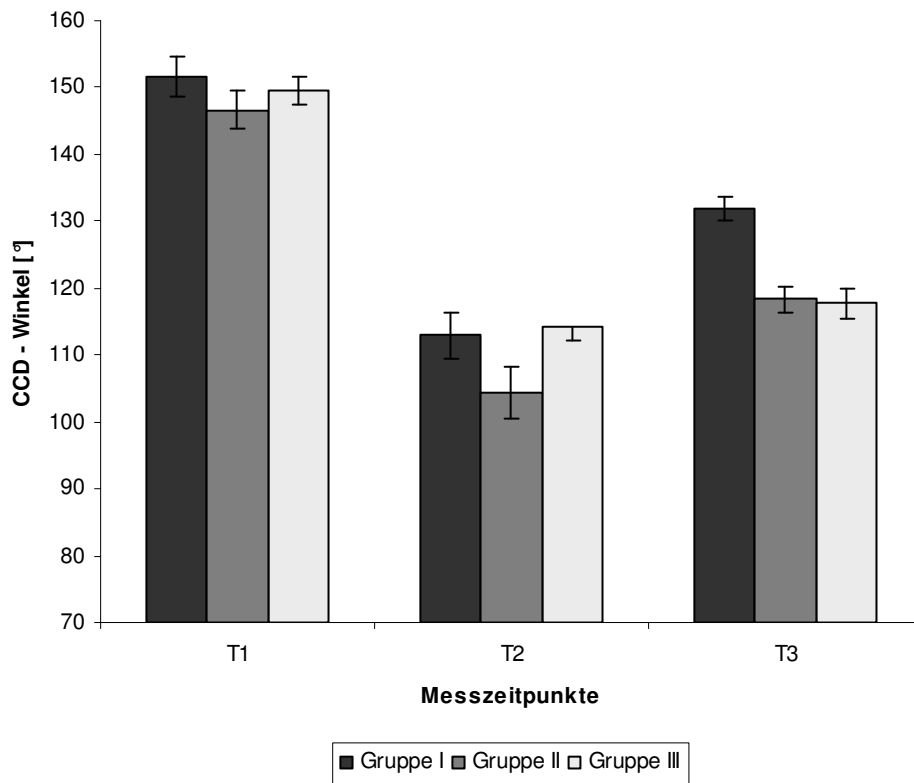
<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=24)	9	4	5	6
T2 (n=24)	2	9	4	9
T3 (n=26)	16	6	4	0

**Tab.65: Ergebnisse des CCD – Winkels für die Altersgruppe II**

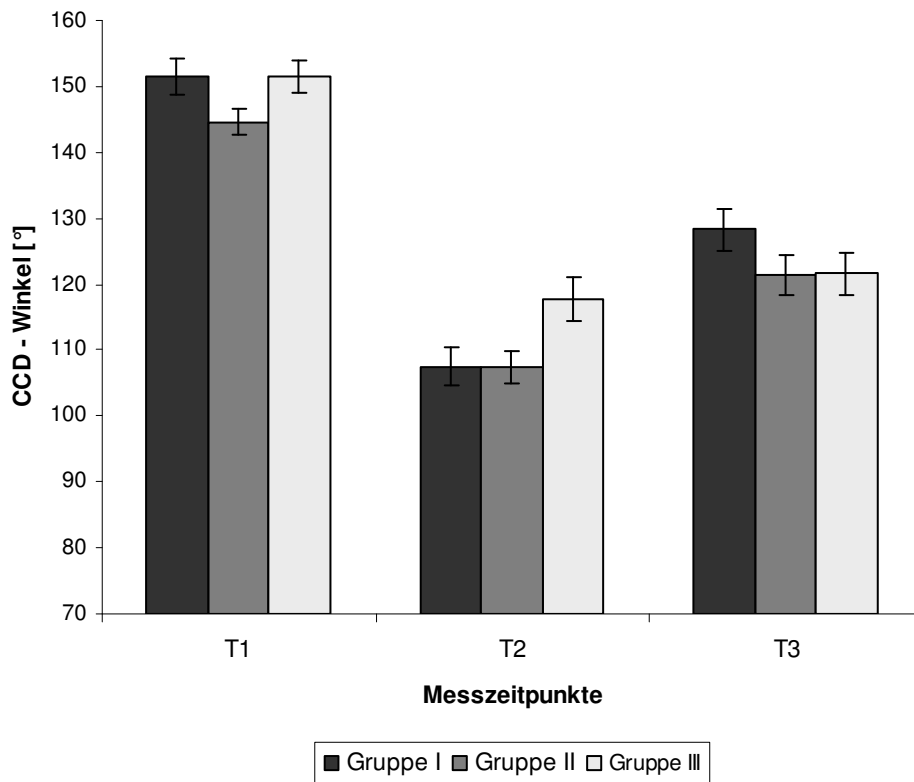
<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=26)	11	7	3	5
T2 (n=24)	2	9	8	7
T3 (n=26)	13	11	1	1

**Tab.66: Ergebnisse des CCD – Winkels für die Altersgruppe III**

<b>Zeitpunkt (n = Hüftgelenke)</b>	<b>Grad 1 normal I</b>	<b>Grad 2 leicht pathologisch</b>	<b>Grad 3 pathologisch</b>	<b>Grad 4 extrem pathologisch</b>
T1 (n=22)	3	1	9	9
T2 (n=22)	6	10	6	0
T3 (n=22)	10	8	4	0



**Abb.57: Gruppenspezifischer Verlauf des CCD – Winkels für das linke Hüftgelenk**



**Abb.58: Gruppenspezifischer Verlauf des CCD – Winkels für das rechte Hüftgelenk**

### 3.7.8 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei

#### **Messzeitpunkten T1-T3: Daten zum Schenkelhalsindex nach Tönnis (1984)**

Der Schenkelhalsindex als Maß für die Stellung bzw. die Unterstellung des Schenkelhalsschaftes wurde ebenfalls von dem Arbeitskreis Hüft dysplasie eingeführt, um den Einfluss einer Medialisierung bei Varisierungsosteotomie (Unterstellung) zu bewerten. Große Werte können entweder auf eine starke Medialisierung oder auf eine geringe Varisierung zurückgeführt werden.

Bei der DVO nach Bernbeck wurde stark variiert, ohne zu medialisieren, dadurch lassen sich überwiegend kleine Schenkelhalsindizes messen. Die messtechnischen Voraussetzungen und Normalwerte ergeben sich aus Kapitel 2.4.

Ausgewertet konnten für die Zeitpunkte T1 und T2 jeweils 36 und zum Nachuntersuchungszeitpunkt T3 37 Indizes. Aus der nachfolgenden Tabelle 67 gehen wie gewohnt zunächst die gruppenspezifischen Mittelwerte mit ihren einfachen Standardabweichungen hervor.

**Tab.67: Übersicht über die gruppenspezifischen Mittelwerte zu den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 für den Parameter Schenkelhalsindex (SI)**

Zeit- punkte	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
<b>T1</b>	7.66	4.55	4.08	1.70	3.15	0.65
<b>T2</b>	2.16	0.31	1.99	0.57	1.88	0.49
<b>T3</b>	2.06	0.42	1.97	0.53	1.95	0.37

Wie die Varianzanalyse aus Tabelle 68 zeigt unterscheiden sich die einzelnen Schenkelhalsindizes lediglich zum Zeitpunkt T1 signifikant voneinander ( $p = .001$ ).

Betrachtet man nun den Verlauf des Schenkelhalsindex von T1 bis T3, ausgedrückt durch die Veränderungswerte (Tabelle 69), so unterscheidet sich lediglich die Gruppe I signifikant von den anderen beiden Altersgruppen, wobei sich Gruppe II und III nicht unterscheiden. Auch korreliert das Alter negativ mit dem Index, sprich je

jünger das Alter bei der DVO war, desto höher sind die Veränderungen des Schenkelhalsindex ( $r = -.734$ ,  $p = .000$ ).

Annähernd physiologische Werte hat nur die Gruppe I zum Zeitpunkt T1. Die Gruppen II und III weisen bereits präoperativ deutlich zu kleine Indices auf. Verglichen mit der Dynamik des CCD – Winkelverlaufes, ändern sich die Schenkelhalsindices in den Gruppen II und III von unmittelbar postoperativ zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kaum mehr.

In wieweit zum Nachuntersuchungszeitpunkt physiologische Werte erreicht werden lässt sich auf Grund fehlender Normalwerte für das erwachsene Hüftgelenk nicht abschätzen.

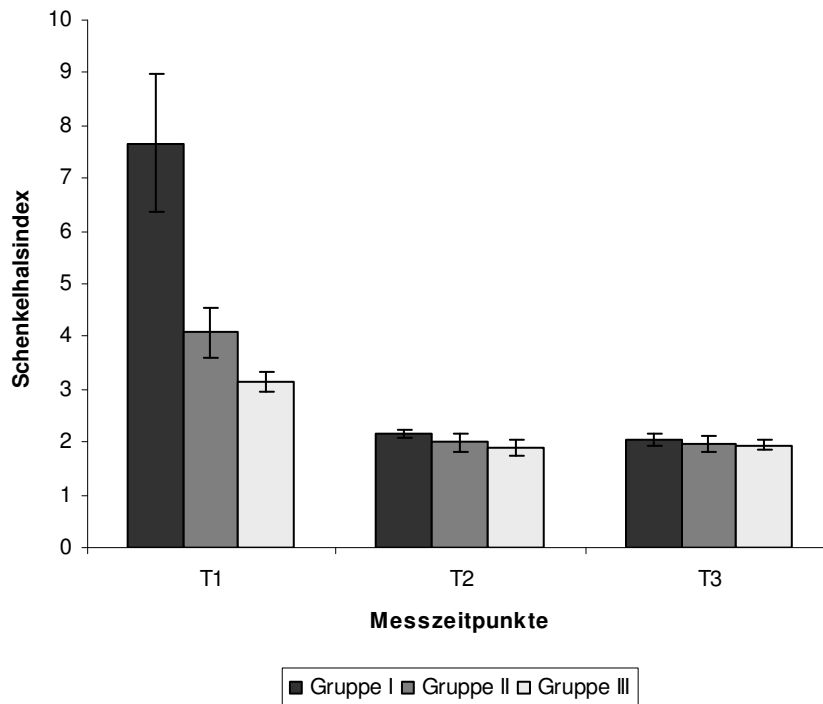
**Tab.68: Ergebnisse der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) zu drei Messzeitpunkten für den Schenkelhalsindex**

Zeitpunkte	df	F	p(F)
T1	2/33	8.258	.001
T2	2/33	1.094	.347
T3	2/34	0.206	.815

**Tab.69: Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1-T3) für den Schenkelhalsindex (SI)**

	Altersgruppe I		Altersgruppe II		Altersgruppe III		Ergebnisse der Varianzanalyse (Oneway)			
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	dF	F	p(F)	Scheffé-Test
SI	5.59	4.38	2.11	1.72	1.20	0.78	2/33	8.274	.001	I/II* <sup>1</sup> , I/III** <sup>1</sup> II/III n.s. <sup>1</sup>

Anmerkungen: \*\*\* =  $p < .001$ , \*\* =  $p < .010$ , \* =  $p < .050$ , n.s. = nicht signifikant, <sup>1</sup> = bei inhomogenen Varianzen Tamhane's Test



**Abb.59: Gruppenspezifischer Verlauf der Schenkelhalsindicies**

### 3.7.9 Beschreibung der drei Altersgruppen I-III zu den drei Messzeitpunkten T1-T3: Hüftkopfnekrose

Kopfumbaustörungen, ausgedrückt durch den Hüftkopfnekrosegrad, wurden nach den Kriterien des Arbeitskreises Hüftdysplasie den unterschiedlichen Schweregraden zugeteilt und gehen aus der Tabelle 70 hervor.

Präoperativ fanden sich insgesamt 73 Hüftgelenke (96 %) mit einem Nekrosegrad 0 oder 1, wenn man einmal so die unauffälligen Gelenke und die mildeste Form der Hüftkopfnekrose zusammenfasst. Je ein Gelenk (1.3 %) entsprach der Gradeinteilung 2 und 3. Viertgradig nekrotisch veränderte Hüftköpfe fanden sich präoperativ nicht. Bei der Nachuntersuchung waren es 72 Gelenke (94.7 %) die dem Nekrosegrad 0 oder 1 zugeordnet wurden, und ein Gelenk (1.3%), das viertgradig verändert war.



**Tab.70: Verteilung der Hüftkopfnekrosegrade zu den Zeitpunkten T1 und T3 für die Altersgruppen I - III**

Nekrosegrad	0	1	2	3	4
<b>Gruppe I</b>					
T1 (n=26)	22	3	0	1	0
T3 (n=26)	23	2	1	0	0
<b>Gruppe II</b>					
T1 (n=26)	23	2	1	0	0
T3 (n=26)	23	1	1	0	1
<b>Gruppe III</b>					
T1 (n=24)	19	4	0	0	0
T3 (n=24)	23	1	0	0	0

Durch die DVO kam es zu einer geringen Veränderung des Nekrosegrades um insgesamt 1.3 %, wenn man alle gering veränderten Gelenke zusammenfasst. Im höhergradig veränderten Bereich kam es bei den zweitgradig veränderten Hüftgelenken zu einer Zunahme um 1.3 %, drittgradige Deformitäten fanden sich bei der Nachuntersuchung nicht. Diese Verbesserung entspricht der Verschlechterung im stark nekrotischen Bereich (Grad 4), hier kam es zu einer Zunahme um 100 %. Betrachtet man die Verteilung der Hüftkopfdeformierungen, so fällt auf, dass eine Frühosteotomie häufiger zu Hüftkopfdeformitäten führt. In der Altersgruppe I und II waren insgesamt 7.9 % der Gelenke zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verändert. Bei einem späteren Operationszeitpunkt (Gruppe III) geht diese Zahl zurück auf 1.3 %.

Die Geschlechterverteilung beträgt insgesamt vier zu drei zu Ungunsten der männlichen Patienten.

Insgesamt zehn Patienten wurden konservativ vorbehandelt. Alle diese zehn Patienten wiesen präoperativ zwischen Grad eins bis Grad vier veränderte Hüftköpfe auf. Auch die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung deformierten Gelenke wurden wie unter 3.1.5 beschrieben konservativ vorbehandelt.

Altersgruppenunabhängig findet sich eine Hüftkopfnekroserate nach DVO von 9.2 %.

Präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung unterscheiden sich die Altersgruppen hinsichtlich des Nekrosegrades nicht signifikant voneinander (T1:  $F = 1.073$ ,  $df = 2/33$ ,  $p(F) = 0.354$ , T3:  $F = 0.521$ ,  $df = 2/33$ ,  $p(F) = 0.599$ ).

### 3.7.10 Beschreibung der Röntgenbilder zum Nachuntersuchungszeitpunkt bezüglich der Arthroseparameter nach Busse et al. (1972)

Langfristig betrachtet, sollte die DVO die Entwicklung einer Arthrose verhindern. Alle radiologisch nachuntersuchten Gelenke wurden abschließend einem Arthroseggrad nach Busse zugeordnet, die nachfolgende Tabelle 71 gibt die gruppenspezifischen Ergebnisse wieder.

<b>Tab.71: Verteilung der Arthroseggrade zum Zeitpunkt T3 für die Altersgruppen I - III</b>				
<b>Nekrosegrad</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Gruppe I</b>				
T3 (n=26)	14	10	2	0
<b>Gruppe II</b>				
T3 (n=26)	12	11	1	2
<b>Gruppe III</b>				
T3 (n=23)	6	13	3	1

Die Zahl der Hüftgelenke, die zum Nachuntersuchungszeitpunkt frei von arthrotischen Veränderungen waren, betrug insgesamt 32, was 42.7 % aller Gelenke entspricht. Der größte Anteil, nämlich 45.3 %, zeigten erstgradige Veränderungen. Weniger häufig waren zweitgradige Deformierungen, die schon mit einer schwergradigen Arthrose einhergehen, ihr Anteil betrug 8 %. Insgesamt 4 % der nachuntersuchten Hüftgelenke zeigten Anzeichen einer schweren Koxarthrose, wobei die Veränderungen im Bereich der Hüftpfanne dominierten.

Im Gruppenvergleich findet sich die höchste Arthroserate in der Altersgruppe III mit 73.9 %, in Gruppe II beträgt der Anteil 53.8 % und in Gruppe I noch 46.1 %.

Bezüglich des Arthroseggrades unterschieden sich die Altersgruppen nicht signifikant voneinander ( $F = 0.521$ ,  $df = 2/34$ ,  $p(F) = 0.469$ )

## **4. Diskussion**

### **4.1 Einführung**

In der operativen Behandlung der angeborenen Hüftreifungsstörung hatten bis in die 1980er Jahre hinein die Korrekturen allein des proximalen Femurendes einen festen Platz.

1949 veröffentlichte **Bernbeck** erstmals seine DVO in München als intertrochantäre Schrägosteotomie, die neben der Varisierungsosteotomie nach **Pauwels (1950)** lange Zeit als Standardverfahren in Mitteleuropa angewandt wurde. Ziel seiner Operationsmethode war es, eine „operative Lange – Stellung“ und damit durch Innenrotation und Abduktion des Beines einen idealen Gelenkschluss zu schaffen. Das technische Prinzip der Methode erläuterte Bernbeck folgendermaßen: „Verdreht man die beiden Teilstücke eines schräg durchtrennten Zylinders gegeneinander, so kreiseln dieselben um eine auf der Schnittfläche senkrecht stehende Achse und kippen dabei von der ursprünglich gemeinsamen Achsrichtung ab - der gerade zylindrische Körper wird winkelig gebrochen“ (Bernbeck, 1949, S. 304). Entsprechend seiner Originalmitteilung sollten durch die reine Verdrehung der Fragmente auf der schiefen Ebene sowohl eine Varisierung (Varisierungswinkel zwischen 100 – 100 Grad) als auch eine Verringerung der Antetorsion entstehen, wobei keine Medialisierung des distalen Fragmentes erfolgte (**Thelen und Anders, 1985**). Anfänglich überzeugte die Methode und fand breite Anwendung. **Seeber (1976)** beispielsweise führte vor allem die kurze Operationszeit, die nichtoperative Materialentfernung, die Möglichkeit der unmittelbar postoperativen Nachkorrektur, die geringere Beinverkürzung gegenüber den Keil-Osteotomien und den vermutlich formativen Reiz auf das dysplastische Pfannendach als maßgebliche Vorteile dieser Methode an.

Im Zeitraum von 1963 bis 1972 beispielsweise wurden in der Orthopädischen Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg Barmbek (Chefarzt: Prof. Dr. R. Bernbeck) insgesamt **1796 DVO's** als Korrekturoperation der angeborenen Hüftreifungsstörung durchgeführt, diese fanden teilweise schon damals ambulant statt.

Bereits in den 1970er Jahren mehrte sich dann allerdings Kritik an der DVO. Vor allem die nachvollziehbare exakte Bestimmung und Durchführung der Osteotomie bereiteten Probleme (**Eulert 1985, Imhäuser 1955, Jani 1966 und 1973, Kaiser 1965, König 1975, Müller 1971**). Modernere Osteosyntheseverfahren und Methoden mit stärkerer Medialisierung des distalen Fragmentes lösten das Verfahren nach Bernbeck ab und wurden von zahlreichen Autoren **favorisiert (Mittelmeier und Jäger 1969, Pauwels 1950, Schneider 1966, Thelen und Anders 1985)**.

Dürschmidt (1982), Rejholec (1991) sowie beispielsweise Mayer und Zienert (1984), kritisierten vor allem die ausbleibenden positiven Effekte auf das Pfannendach durch die DVO. Postoperative Revalgisierung und das Auftreten der so genannten Kopf-im-Nacken-Stellung ließen sich nach DVO im Kindesalter nicht vermeiden und scheinbar auch nicht beeinflussen und ließen so Zweifel am Nutzen dieser Methode aufkommen (Schittich 1995).

Die **DVO** gilt heute nach Meinung vieler Autoren als **alleinige Therapieoption** in der Behandlung der angeborenen Hüftreifungsstörung als „**kontraindiziert**“ (**Brüning 1988, Dürschmidt 1982, Reichel 1985, Schittich 1995**). Dürschmidt (1982) beschreibt treffend einen „negativen azetabuloplastischen Effekt“ bei alleiniger DVO. Lediglich als „additives Verfahren“ kann die DVO auch heute noch eingesetzt werden, nämlich dann, „wenn durch einen primären Pfannendacheingriff keine ausreichende Korrektur der Fehlförmigkeit erreicht werden kann“ (Niethard, 2001, S. 437). Bewährte und durch Leitlinien, z.B. durch die Dt. Ges. f. Orthopädie und orthopädische Chirurgie (2002), veröffentlichte Verfahren in der operativen Therapie der Hüftdysplasie im Kindes- und jungen Erwachsenenalter sind heute die Azetabuloplastiken in ihren verschiedenen Variationen, die Salter – Osteotomie, die Triple – Osteotomie oder die Beckenosteotomie nach Chiari.

Unserem Wissen nach berichtete **Bohatyrewicz (1992)** im polnischen Schrifttum zuletzt über die aktive Anwendung der DVO in der Methode nach Bernbeck mit guten postoperativen Ergebnissen, allerdings unter Zuhilfenahme präoperativ computergestützt angefertigter Osteotomieschablonen. Über echte Langzeitresultate berichtet er nicht.

Wie vorhergehend beschrieben, liegen Daten über kurz– bis mittelfristige Verlaufsbeobachtungen vor allem durch die Ergebnisse von Refior und Hackenbroch (1976) oder Thelen und Anders (1985) vor, jedoch fehlen längere Beobachtungen.

Die umfangreichste Untersuchung veröffentlichte **Tönnis (1985)** in seiner als Multicenterstudie konzipierten 2. Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftdysplasie. Hierin konnten insgesamt 2266 DVO's, von denen 217 Gelenke einer DVO nach Bernbeck unterzogen wurden, im Mittel ca. 6 Jahre postoperativ nachuntersucht werden.

Dabei wurde festgestellt, dass sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Osteotomie nach Bernbeck einerseits und der Derotations-Varisierungsosteotomie mit medialer Keilentnahme und Medialisierung des distalen Fragmentes andererseits feststellen ließ (Thelen und Anders, 1985).

Die Autoren beschreiben eine Revalgisierungstendenz für die Bernbeck DVO von 13 %, eine Coxa vara verblieb in 5.6 % der Fälle. Bezogen auf den AC – Winkel, verblieben 46.9 % im pathologischen Bereich, für den ACM - Winkel waren dies 17.6 %. Unter Berücksichtigung des CE – Winkels blieben 30.7 % im eindeutig pathologischen Bereich, während der Schenkelhalswinkel in 67.3 % der Fälle einen physiologischen Wert erreichte.

**Anders und Siedek (1982)** machten darüber hinaus deutlich, dass Patienten nach DVO häufig Gangbildauffälligkeiten und ein positives Trendelenburgzeichen aufwiesen.

Im Vordergrund dieser Nachuntersuchung stand nun die Frage nach den langfristigen klinischen und radiologischen Ergebnissen der operativen Behandlung der angeborenen Hüftreifungsstörung in der Methode nach Bernbeck als Derotationsvarisierungsosteotomie (DVO). Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Entwicklung der Hüftpfanne sowie das Auftreten von so genannten Restdysplasien und Schenkelhalsdeformitäten in Abhängigkeit vom Operationsalter gerichtet.

Neuere Langzeitverläufe, die speziell diese Operationsmethode berücksichtigen, liegen in der Literatur nicht vor und konnten somit nicht vergleichend herangezogen werden.

Aktuelle Therapieempfehlungen im Hinblick auf die operative Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung können durch die Ergebnisse dieser Studie nicht

abgeleitet werden, vielmehr sollte im historischen Rückblick mit dieser Operationsmethode der Langzeitverlauf beleuchtet werden.

Auch wenn die Anzahl der untersuchten Patienten nicht groß genug ist, um statistisch höhergradig abgesicherte Ergebnisse zu beschreiben, so können unter Umständen doch aufschlussreiche Hinweise beschrieben werden.

Langzeitergebnisse werden allgemein nach klinischen und radiologischen Kriterien bewertet. Klinisch wurden in der vorliegenden Studie die Schmerzempfindung, die subjektive Bewertung der eigenen Gesundheit, die Beweglichkeit und das funktionelle Ergebnis bewertet. Dies geschah nach den von Tönnis (1985) entwickelten Kriterien. Zusätzlich wurden übliche Bewertungsschemata, wie der Harris – Hip – Score sowie die Scores nach Merle d'Aubigné und Gao, eingesetzt. Anhand verschiedener radiologischer Parameter wurde das postoperative Ergebnis beurteilt und die nachuntersuchten Hüften auf degenerative Veränderungen hin überprüft.

Tönnis (1984) gab zu bedenken, dass bei der Beurteilung eines Operationsergebnisses nicht nur die objektiven Kriterien berücksichtigt werden dürfen, sondern auch das subjektive Urteil des Patienten. Diese „subjektiven“ Ergebnisse stimmen aber nicht immer mit den „objektiven“ überein. Dies konnten wir am Beispiel der verwendeten Scores im Vergleich mit den radiologischen Ergebnissen nachvollziehen.

Jede Nachuntersuchung wird zudem von nicht messbaren und nicht vorhersehbaren Faktoren beeinflusst.

Die erhobenen Ergebnisse hängen natürlich maßgeblich von den teilnehmenden Patienten bzw. einer nachvollziehbaren lückenlosen Dokumentation der Befunde ab. Gemessen an der Anzahl der Fälle für den entsprechenden Untersuchungszeitraum, erscheint die Wiederfindungsrate gering. Die Ursachen hierfür liegen zum einen an den unbekannten oder weit entfernten Wohnorten, zum anderen an der fehlenden Bereitschaft zur freiwilligen Teilnahme an einer Nachuntersuchung oder die Unfähigkeit zur Teilnahme aufgrund des Gesundheitszustandes. Der weitaus größte Anteil der Patienten konnte aufgrund von Namensänderungen einfach nicht aufgefunden werden. Durch die subjektive Erfassung einzelner Messparameter entstehen Verzerrungen, bedingt sowohl durch den Untersucher selbst als auch durch die subjektive Einstellung des Patienten. So lehnte ein nicht unerheblicher Teil

von Patienten eine Nachuntersuchung mit der Begründung der „Beschwerdefreiheit“ ab und fehlte somit dem Kollektiv enthalten. Patienten, die sich auf Grund körperlicher Einschränkungen eventuell eher für eine Teilnahme entschieden, haben sicherlich eine von vornherein „gefärbte“ Sicht auf die eigene Gesundheit. Dies ist letztendlich eine Problematik, die für alle klinischen Langzeituntersuchungen zutrifft, sofern keine Randomisierung stattfindet.

Im Mittel **24.4 Jahre** nach DVO konnten wir insgesamt **38 Patienten** klinisch und radiologisch nachuntersuchen, wobei der längste Nachuntersuchungszeitraum 31 Jahre betrug. Ein Hüftgelenk wurde zwischenzeitlich endoprothetisch versorgt und floss nicht mit in die Bewertung ein, wodurch sich die Anzahl der Hüftgelenke auf 75 verringert. Die Einteilung der Patienten erfolgte nach dem Operationsalter. Das Geschlechtsverhältnis betrug männlich zu weiblich

2.8 : 1.0. Im Mittel betrug das Operationsalter 6.21 Jahre.

Vergleicht man jetzt die in der Literatur angegebenen Ergebnisse bei Operationen am dysplastischen Gelenk, so ist stets zu beachten, dass nur selten annähernd identische Untersuchungsbedingungen vorliegen. Es bestehen Unterschiede in der Zusammensetzung des Patientengutes und vor allem der Dauer der postoperativen Beobachtungszeit. Praktisch wenige Veröffentlichungen beschäftigen sich speziell mit der Methode nach Bernbeck, vielmehr mit den Ergebnissen nach DVO's allgemein. Bereits 1982 konnten Anders und Siedeck eine Literaturübersicht zur DVO bezüglich Fallzahl, Operationsalter und Beobachtungszeitraum geben, welche in Tabelle 72 abgebildet ist.

<b>Tab.72: Literaturübersicht zur Varisations-Derotations-Osteotomie</b> <b>(aus : Anders und Siedeck (1982), Z. Orthop. 120, S. 110)</b>			
<b>Autoren</b>	<b>Fallzahl</b>	<b>Op – Alter (Jahre)</b>	<b>Beobachtungs- zeitraum (Jahre)</b>
Kleine, 1961	110	2-38	2-6
Jaster, 1964	45	1,5-12	0.8-2.6
Weickert, 1965	264	-	3-13
Schneider u. Cigala, 1966	111	<6	3-6
Scheier, 1967	65	4-12	3-16
Jani u. Warner, 1969	141	2-5	10-20
Tönnis u. Letz, 1969	165	1-12	2-10
Knöfler et al., 1969	170	-	10-14
Holland, 1970	167	2-10	2-14

Peic, 1970	144	2-12	9.8
Schindlmaisser, 1970	152	1.5-14	-
Müller, 1971	81	3-15	>8 Monate
Papadopoulos, 1971	33	-	6
Jani et al., 1973	977	>2->10	6
Schöbel, 1974	45	Kleinkinder	15
Schreiber u. Weber, 1974	736	2-6	-
Bruns et al. 1975	153	1-4	2
König u. Veigel, 1975	139	2-11	5-10
Reichelt u. Hansen, 1975	465	1-14	2-15
Refior u. Hackenbroch, 1976	57	2.5-6.6	12-20
Schmidt-Ullrich, 1976	-	-	-
Seeber, 1976	61	4.2	1-14

**Schöbel (1976)** konnte im Rahmen seiner Inaugural – Dissertation 45 Bernbeck DVO's im Durchschnitt 11 Jahre und acht Monate postoperativ nachuntersuchen. Das Geschlechtsverhältnis geht aus seiner Arbeit nicht hervor, das durchschnittliche Operationsalter betrug vier Jahre und vier Monate. Auch Frau **Schittich (1985)** konnte in Ihrer Dissertation insgesamt 43 operierte Hüftgelenke nach DVO im Mittel 4.86 Jahre postoperativ nachuntersuchen. Die Geschlechtsverteilung betrug weiblich zu männlich 4:1 und die Kinder waren zum Zeitpunkt der Op zwischen drei und sechs Jahre alt.

In der Untersuchung von **Thelen und Anders (1985)** betrug die Geschlechtsverteilung weiblich zu männlich 4.2 : 1, der Nachuntersuchungszeitraum betrug sechs Jahre und das mittlere Alter lag bei 4.1 Jahre. **Schütte (1984)** untersuchte 151 Bernbeck DVO's nach, die durchschnittlich 3.5 Jahre alt waren. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum betrug 7.5 Jahre. **Anders und Siedeck (1982)** untersuchten 69 Patienten sechs Jahre nach DVO, die im Mittel zwischen zwei und zehn Jahre zum Zeitpunkt der Operation waren. Das Geschlechtsverhältnis betrug weiblich zu männlich 5.1 : 1.

Bezüglich des Nachuntersuchungszeitraumes und der Geschlechtsverteilung lassen sich unsere Ergebnisse nur bedingt mit den oben angeführten Studien vergleichen.

**Ihme (2003)** beschreibt, dass die Hüft dysplasie beide Geschlechter gleich häufig betrifft, für die Hüftluxation aber das weibliche Geschlecht siebenmal häufiger betroffen ist. Entgegen den Angaben in der Literatur (Katthagen 1988, Tschauer 1997, Tönnis 1984) überwog in unserer Nachuntersuchung das männliche Geschlecht, da sich die Wiederfindung der weiblichen Patienten durch Namenswechsel häufig unmöglich gestaltete und somit kein Abbild der Inzidenz abgeleitet werden kann.



In 52.6 % der Fälle wurde die DVO auf Grund reiner Hüft dysplasien durchgeführt. In den restlichen Fällen führten eine Coxa valga und oder Kombinationen höhergradiger Luxationen zur DVO. Ausgeschlossen wurden in unserer Nachuntersuchung, sowie in den oben bereits angeführten Studien, Hüftluxationen spastischer, paralytischer, teratologischer sowie infektiöser Genese sowie Hüftluxationen größer Grad 4 nach Tönnis.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der wichtigsten in der Therapie der Hüft dysplasie eingesetzten Methoden mit den eigenen verglichen. Zur besseren Übersicht werden die klinischen und radiologischen Ergebnisse getrennt behandelt.

Der Literaturvergleich gestaltet sich diesbezüglich schwierig, da häufig Patientenkollektiv, OP-Indikation, Nachuntersuchungsintervall und Bewertungskriterien nicht normiert sind und somit im strengen Sinne eine direkte Vergleichbarkeit eigentlich nicht möglich ist.

Da aber, wie im Folgenden ausgeführt, die DVO als alleiniges operatives Behandlungsverfahren der Hüft dysplasie abzulehnen ist, sollen kurz die wissenschaftlichen Ergebnisse alternativer Verfahren vergleichend beschrieben werden.

## **4.2 Diskussion der eigenen klinischen Ergebnisse und der alternativer Korrekturverfahren im Literaturvergleich**

Die angeborene Hüftreifungsstörung stellt allgemein anerkannt unbehandelt eine Präarthrose dar und sollte demnach noch vor Eintreten einer entsprechenden Klinik therapiert werden. **Murray (2001)** konnte in seinen Untersuchungen feststellen, dass bei Bestehen einer solchen präarthrotischen Deformität im Spontanverlauf mit klinischen Beschwerden ab einem Alter von 36.6 Jahren bei Frauen und 54 Jahren bei Männern zu rechnen sei. Und bereits 1939 prognostizierte Wiberg, dass die unbehandelte Hüftgelenksdysplasie in bis zu 48 % der Fälle zur Hüftgelenksarthrose führt.

Unser **Patientenkollektiv** war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Mittel **31.1 Jahre** alt, wobei die jüngste Patientin 25 und der älteste Patient 39 Jahre alt waren.

Die aus den 1960er und 1970er Jahren bekannten Nachuntersuchungen zum Thema DVO gehen zum größten Teil nicht detailliert auf das klinische Ergebnis ein, sondern orientieren sich vielmehr an den radiologischen Ergebnissen.

So beschreiben **Anders und Siedek (1982)**, dass von denen in Tabelle 72 aufgeführten Nachuntersuchungen sich letztendlich nur vier mit den klinischen Ergebnissen beschäftigen (Jaster 1964, Schneider und Cigala 1966, Jani und Warner 1968 und Müller 1971).

Ein Vergleich der eigenen klinischen Ergebnisse mit denen anderer Autoren gestaltet sich, auf Grund der oben bereits angeführten Gründe, schwierig bis unmöglich.

#### **4.2.1 Beweglichkeit und Trendelenburgzeichen sowie klinische Gesamtbewertung**

76 % der nachuntersuchten Hüftgelenke zeigten keinerlei Einschränkungen in der Beweglichkeit, 16 % waren erstgradig, 5.3 % zweitgradig und 2.7 % drittgradig eingeschränkt. Die Patienten, die bis zu einem Alter von drei Jahren operiert wurden (Gruppe I), zeigten insgesamt eine bessere Beweglichkeit. In den Altersgruppen II und III waren jeweils 29.2 %, bzw. 30.7 % in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt, in der Gruppe I waren dies lediglich 15.4 %. Höhergradige Bewegungseinschränkungen stellen sich erst bei einer manifesten Arthrose ein (**Brückl 1997**) dies war in 2.7 % der Fälle auch im Röntgenbild nachvollziehbar. Endgradig schmerzhaft bewegungseingeschränkt war ein Hüftgelenk.

Ein positives Trendelenburgzeichen als Ausdruck einer Insuffizienz der Hüftabduktoren oder höhergradige Beinlängendifferenzen sowie schmerzbedingte höhergradige Bewegungseinschränkungen konnten in der Altersgruppe I nicht beobachtet werden. In seiner leichtesten Ausprägung, also dem Grad I, war das Trendelenburgzeichen bei insgesamt 7.9 % der Patienten positiv, sie befanden sich alle in der Gruppe II bzw. III. 5.3 % wiesen eine mittelstarke Ausprägung auf und ein Patient hatte bei gleichzeitiger Beinlängendifferenz bis drei cm ein drittgradig positives Trendelenburgzeichen. Dieser und die Patienten mit mittelstarker Ausprägung gehörten der Altersgruppe III an, in der demnach ein Viertel aller

Patienten ein positives Trendelenburgzeichen hatten. Insgesamt konnte ein Trendelenburgzeichen bei sechs (15.8 %) Patienten in oben genannter Ausprägung beobachtet werden.

Vergleicht man dies mit anderen gängigen Korrekturmaßnahmen, so berichten **Reichel et al. (1985)** oder **Brüning et al. (1988)** über ein positives Trendelenburgzeichen nach Azetabuloplastik in 20 – 42 % der operierten Gelenke. Für die Azetabuloplastik nach Dega z.B. ermittelte Reichel (1985) in 20.3 % der 55 nachuntersuchten Patienten ein positives Trendelenburgzeichen.

**Katthagen (2005)** berichtet über 72, im Mittel mit 3.1 Jahren operierte Kinder, die einer Azetabuloplastik in modifizierter Dortmunder Technik unterzogen wurden. 8 bzw. 9 Jahre postoperativ beobachtete er in 8.8 % der Fälle ein positives Trendelenburgzeichen und ebenfalls 8.8 % der Gelenke waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung schmerzhaft bewegungseingeschränkt.

**Anders und Siedek (1982)** beobachteten in 22 % ihrer nachuntersuchten Patienten nach Varisations- Derotationsosteotomie ein mehr oder minder stark ausgeprägtes Trendelenburgzeichen, 48 % der Patienten hatten eine völlig normale Beweglichkeit.

**Wilkens (1989)** hingegen fand in seiner Nachuntersuchung bei lediglich 20.8 % der Patienten nach intertrochanterer Osteotomie ein positives Trendelenburgzeichen.

**Schneider und Cigala (1969)** untersuchten beispielsweise 50 Patienten, die mittels DVO im Alter zwischen drei bis sechs Jahren therapiert wurden. Ein positives Trendelenburgzeichen, Bewegungseinschränkungen oder Ermüdungszeichen sahen sie in nur „wenigen“ Fällen. **Jaster (1964)** konnte dagegen ein positives Trendelenburgzeichen bei 18 % und eine Bewegungseinschränkung bei 16 % der Fälle beobachten.

**Mellerowicz (1998)** verglich Patienten nach Salter – Osteotomie mit oder ohne kombinierter DVO und Patienten nach Chiari - Osteotomie miteinander. 92 Patienten im Mittel 9.5 Jahre nach Salter – Osteotomie konnten nachuntersucht werden, wobei in 27 Fällen gleichzeitig eine DVO durchgeführt wurde. In 69.2 % beobachtete er ein negatives Trendelenburgzeichen, 50 % hatten eine normale Beweglichkeit und 77 % der Patienten waren völlig schmerzfrei. Demgegenüber standen 118 Patienten nach Chiari – Osteotomie, bei denen in 47 % der Fälle ein neg. Trendelenburgzeichen zu sehen war. Bei 13 % bestand eine normale Beweglichkeit und 16 % gaben an, völlig

schmerzfrei zu sein, wobei allerdings 7 % der Nachuntersuchten einen ständigen Schmerz angaben.

Mellerowicz schlussfolgerte daher, dass die Salter – Osteotomie in der Therapie der DDH bei Patienten unter drei Jahren der Methode nach Chiari überlegen sei und diese dem adoleszenten, dysplastischen und nicht vortheraapierten Gelenk vorbehalten werden sollte.

**Jani und Warner (1969)** fanden insgesamt in 57 % „gute“ klinische Ergebnisse nach DVO bei Patienten, die vor dem sechsten Lebensjahr operiert wurden, was sich mit unseren Beobachtungen deckt.

**Schöbel (1976)** trifft in seiner Nachuntersuchung keine detaillierte Aussage über das klinische Ergebnis, eine nicht vergleichbare Gesamtbewertung nach Lindemann ergibt bei ihm in 70 % der Fälle ein gutes Ergebnis.

**Schittich (1985)** fand bei 16 % der nachuntersuchten Gelenke nach DVO eine normale Beweglichkeit, ein Trendelenburgzeichen trat bei ebenfalls 16 % auf.

Schütte (1984) oder auch Thelen und Anders (1984) gehen in Ihren Nachuntersuchungen nicht auf das klinische Ergebnis ein.

Hervorzuheben ist die im Vergleich relativ niedrige Rate an positiven Trendelenburgzeichen in unserem Nachuntersuchungskollektiv.

Naturgemäß liegen die Ergebnisse bei den Beckenosteotomien höher, was zumindest bei der Salter – Osteotomie wohl auf eine mögliche Schädigung oder Insuffizienz der Glutealmuskulatur zurückzuführen ist.

Diese entsteht durch das Ablösen der Muskelansätze im Rahmen der Präparation des autogenen Knochenspanns aus dem Beckenkamm, welcher später in den Verbiegespalt eingebracht wird (Loder 1993).

Im Jugend- und Erwachsenenalter stellt unter den Mehrfach – Beckenosteotomien die so genannte Triple – Osteotomie nach Tönnis und Kalchschmidt (1998) in der Therapie der juvenilen Hüftgelenksdysplasie einen weit verbreiteten Standard dar. Die hohe Akzeptanz dieses Verfahrens konnte in zahlreichen Studien durch gute klinische und radiologische Ergebnisse unter Beweis gestellt werden (De Kleuver 1999, Guille 1992, Tönnis 1994, Tschauner 1992). So konnte **Tönnis (1992)** im Mittel 7.7 Jahre postoperativ eine Schmerzfreiheit in 86 % der Fälle beobachtet, ein hinkendes Gangbild als Korrelat zum positiven Trendelenburgzeichen sah er bei 16 % der Patienten. Guille et al. sahen dies bei 60 % der Nachuntersuchten.

Aufbauend auf denen von Tönnis (1985,1994) vorgeschlagenen klinischen Basisparametern Beweglichkeit, Trendelenburg – Zeichen, Gehvermögen, Schmerz und Patientenurteil, entwickelten Tschauner et al. (1992) eine Graduierung der klinischen Gesamtbewertung. Nach dieser Graduierung ergab sich bei 25 Patienten unserer Nachuntersuchung (65.9 %) ein „sehr gutes“ Ergebnis nach DVO, bei 11 Patienten (28.9 %) ein „gutes“ und bei je einem Patient (2.6 %) ein „befriedigendes“ bzw. ein „nicht befriedigendes“ Gesamtergebnis. Der Anteil der Patienten, die hiernach mit „sehr gut“ bewertet wurden, war in der Altersgruppe I am höchsten.

Zusätzlich zu dieser Klassifikation schließt **Tönnis (1985)** in seiner 2. Sammelstatistik einzelne Messwertgruppen zu einer Gesamtbewertung zusammen. Dabei wurden die Mittelwerte von Pfannenparametern, Schenkelhalsmesswerten, Parametern für Arthrose und Nekrose und klinische Messwerte zusammengefasst.

Für die Azetabuloplastik nach Lance beispielsweise finden sich nach dieser Klassifikation in 72 % der Fälle gute Ergebnisse, für die Salter – Osteotomie in 74 %, bei der Azetabuloplastik nach Pemberton sind es 82 % und bei der Chiari Osteotomie sind es 72 % mit guten Ergebnissen.

Bei alleiniger DVO findet Tönnis in seiner 2. Sammelstatistik eine Verbesserung der klinischen Messwerte bei zum Nachuntersuchungszeitpunkt älteren Kindern um maximal 4.1 %. Für die Azetabuloplastik nach Pemberton ergibt sich eine Verbesserung von 14.7 % und für die Salter – Osteotomie von 9.8 %. **Jani (1985)** berichtet bei 92 % der im Durchschnitt 8.2 Jahre postoperativ nachuntersuchten Patienten über „gute“ bis „sehr gute“ klinische und radiologische Ergebnisse nach Salter – Osteotomie. Abschließend wird deutlich, dass die Patienten nach DVO im Mittel schlechtere Ergebnisse in diesen klinischen Parameter erzielen als Patienten nach alternativen Korrekturoperationen.

#### **4.2.2 Beinlängendifferenzen, Achsfehlstellungen und Arthrosezeichen**

Insgesamt **acht Patienten** (21.1 %) unseres Nachuntersuchungskollektives wiesen eine mehr oder minder ausgeprägte Beinlängendifferenz auf. Vier allerdings unter einem Zentimeter, drei bis zwei Zentimeter und ein Patient, wie bereits erwähnt, über zwei Zentimeter. **Schittich (1985)** konnte in 28 % der Fälle eine Beinverkürzung von

einem bis maximal 4.5 cm beobachten. **Anders und Siedek (1982)** registrierten in 50 % der Fälle eine Beinlängendifferenz zwischen einem und 2.5 cm.

**Arnold (2003)** beschreibt in nahezu der Hälfte seiner 34 nachuntersuchten Salter - Osteotomien eine Beinlängendifferenz von einem halben bis einem Zentimeter.

Neuromuskuläre Auffälligkeiten im Sinne eines hinkenden Gangbildes und einer deutlichen Kraftminderung konnte bei dem Patienten, der einseitig endoprothetisch versorgt wurde, beobachtet werden, die restlichen Patienten zeigten diesbezüglich keine pathologischen Befunde. Eine vermehrte Laxität des Bindegewebes, gemessen an einem signifikant reduzierten Daumen – Unterarm - Abstand, ließ sich bei keinem Patienten feststellen.

Bezüglich der klinischen Arthroseparameter verzeichneten wir bei insgesamt 23.7 % der Patienten einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Innenrotationsschmerz, dies war auffallend häufiger in den Altersgruppen II und III gegenüber den jünger Operierten. In 7.9 % der Fälle ließ sich ein Leistendruckschmerz auslösen und in einem Fall (2.6 %) bestand zusätzlich ein einseitiger axialer Stauchungsschmerz, hierbei handelte es sich um das bereits endoprothetisch versorgte Gelenk. Radiologische Lockerungszeichen der Prothese konnten wir allerdings nicht beobachten.

Wie bereits in früheren Studien beschrieben, treten Schmerzen bei Hüft dysplasie schon vor dem Beginn einer Arthrose auf, wobei der Schmerzbeginn oft erst im zweiten oder dritten Lebensjahrzehnt zu beobachten ist (Brückl 1997). Von den neun Patienten, die klinische Arthrosezeichen hatten, konnten wir lediglich in drei Fällen auch einen radiologischen Nachweis in Form einer vermehrten Sklerosierung oder Osteophyten bzw. das Vorhandensein von Geröllzysten erbringen. In den restlichen Fällen korrelierten die klinischen Befunde nicht mit den radiologischen insofern, als dass radiologisch veränderte Gelenke klinisch nicht auffällig waren.

Insgesamt drei Patienten, was 7.9 % aller nachuntersuchten Patienten entspricht, wiesen inspektorische Achsfehlstellungen der Kniegelenke auf, zwei im Sinne eines Genu varum und eine Patientin im Sinne eines Genu valgum.

Die von **Suda (1995)** berichtete vermehrte Valgusstellung des Beines nach Varisierungsosteotomie konnte nicht beobachtet werden, allerdings wurden keine

Beinachsen- oder Knie- Aufnahmen angefertigt. Ein Patient hatte zudem eine thorakolumbale Skoliose. Alle diese Patienten gehörten der Gruppe II oder III an.

#### **4.2.3 Lebensqualität und subjektive Gesundheitsbewertung**

Alternative moderne Operationsmethoden, vor allem im jugendlichen bzw. jungen Erwachsenenalter ausgeführt, werden letztendlich auch im Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit am Freizeitverhalten bzw. der empfundenen Lebensqualität der Operierten gemessen.

Ob die DVO einen Einfluss auf das Freizeitverhalten der Patienten hat, lässt sich aufgrund des langen Nachuntersuchungsintervalls und der geringen Fallzahl nur unsicher beantworten. Drei Patienten (7.9 %) gaben an, aufgrund mehr oder minder stark ausgeprägter „Hüftschmerzen“ keinen Sport auszuüben.

60.7 % aller nachuntersuchten Patienten betätigten sich regelmäßig sportlich. Vergleicht man dies mit dem bundesdeutschen Durchschnitt von Gelegenheitssportlern, der im Jahre 2006 45 – 50 % (SOKO – Institut, 2006) betrug, so ist der Anteil in dieser Stichprobe nach DVO zumindest höher als im Bevölkerungsdurchschnitt. Erwartungsgemäß der Alterssverteilung fanden sich im Mittel mehr sportlich aktive Personen in der Gruppe I versus II und III.

Knapp die Hälfte der Patienten (42.9 %) konnte sich noch recht detailliert an den Krankenhausaufenthalt erinnern. Im Durchschnitt schloss sich an die DVO eine Immobilisation im Becken – Bein – Gips für mindestens sechs Wochen an, was teilweise zu erheblichen Fehlzeiten in der Schule führte. Eine Patientin musste deswegen verspätet eingeschult werden, in ihrem Fall erfolgte nach durchgeführtem Wunddébridement sogar eine Ruhigstellung für insgesamt 11 Wochen.

Aufgrund von Hüftbeschwerden nahm ein Patient regelmäßig Analgetika ein, es handelte sich dabei um den 22 Jahre nach DVO endoprothetisch linksseitig versorgten Patienten. Dieser Patient führt letztendlich auch seinen beruflichen Werdegang bzw. seine Frühberentung auf die DVO und ihre Folgen zurück.

Wir hatten den Eindruck, dass sich vermehrt Patienten zur Teilnahme an der Nachuntersuchung bereitklärten, die in irgendeiner Art bereits vor der Nachuntersuchung Hüftbeschwerden angaben. Wie bereits erwähnt sagten im

Vorfeld auch einige Patienten bei Beschwerdefreiheit die Teilnahme ab. Um eine unbewusste „negative“ Vorauswahl an Patienten zu objektivieren, versuchten wir, die subjektive Gesundheitseinschätzung mit Hilfe einzelner Items aus dem SF – 36 – Fragebogen (Bullinger und Kirchberger 1998) abzuschätzen.

Bezogen auf die eigene Sicht der Gesundheit, beschrieben insgesamt 73.7 % der nachuntersuchten Patienten ihren Zustand mit „ausgezeichnet“. Als wirklich „schlecht“ empfanden lediglich zwei (5.3 %) Patienten ihren momentanen Gesundheitszustand, wobei ein Patient dies auf seine Hüftbeschwerden konzentrierte und der andere Patient wechselnde depressive Symptome angab. Beide Patienten gaben an, eine deutliche Verschlechterung ihrer Beschwerden in dem letzten Jahr beobachtet zu haben.

Um aktuelle Gesundheitseinschränkungen, unabhängig von der DVO, zu erfassen, fragten wir nach körperlichen und seelischen Einschränkungen, die das tägliche Leben oder die Arbeit in den letzten vier Wochen beeinflussten. Insgesamt 12 Patienten (31.6 %) gaben hier an, in irgendeiner Form leistungsgemindert zu sein. Insgesamt zehn Patienten (26.3 %) machten seelische Probleme für ihre Einschränkungen verantwortlich, wobei diese Probleme nicht detailliert beschrieben werden konnten.

Signifikante Alters -oder Geschlechtsunterschiede konnten wir nicht feststellen.

Bezogen auf Schmerzen, gaben 30 (78.9 %) Patienten an, überhaupt gar keine Schmerzen zu haben, vier Patienten (13.2 %) hatten nur sehr leichte, je zwei leichte bzw. mäßige und ein Patient gab an, starke Schmerzen zu haben, wiederum ein Patient hatte sehr starke Schmerzen. Dieser letztgenannte Patient klagte über dauerhafte Beschwerden.

Insgesamt 30 Patienten (78.9 %) fühlten sich überhaupt nicht durch Schmerzen irgendwelcher Art in ihrem Alltag eingeschränkt.

In der Nachuntersuchung von **Anders und Siedek (1982)** beispielsweise gaben 9 % der Patienten an ständig Schmerzen zu haben. Aus den anderen angeführten Studien gehen diesbezüglich keine gesonderten Daten hervor.

In dem von uns nachuntersuchten Patientenkollektiv lässt sich insgesamt keine höhergradige Einschränkung der Lebensqualität feststellen. Die Patienten, die mit ihrer momentanen Gesundheitssituation unzufrieden waren, gaben den Faktor „Schmerz“ bzw. seelische Probleme als Hauptursache an.



Auffallend war, dass hiervon rund ein Drittel der Patienten angab, eine Zunahme der körperlichen Einschränkungen vor allem in den vergangenen vier Wochen bemerkt zu haben.

Wir konnten allerdings keinen statistischen Zusammenhang zwischen dieser subjektiven Einschätzung und dem Hüftwert als objektiven radiologischen Summenwert für das Hüftgelenk feststellen, auch korrelierte das Alter bei OP nicht mit dieser Einschätzung.

Insgesamt fiel allerdings auf, dass die Patienten der ältesten Altersgruppe bei OP eine schlechtere Sicht hinsichtlich der eigenen Gesundheit hatten, und auffallend war auch, dass fast ein Drittel (26.3 %) der Befragten über seelische Probleme klagten.

Ziel dieser zusätzlichen Befragung war es nicht, die nachuntersuchten Patienten mit einer Normierungsstichprobe zu vergleichen, sondern lediglich, das Kollektiv bezüglich einer eventuellen „Negativauswahl“ hin zu beleuchten. Entgegen unserer Erwartung stellten wir fest, dass die Patienten nach DVO im Mittel ihre subjektive Gesundheit nicht als übermäßig „schlecht“ einschätzten, jedoch ein nicht unerheblicher Anteil an Patienten dies in Zusammenhang mit nicht weiter objektivierbaren psychischen Problemen setzte. Wenn somatische Einschränkungen angegeben wurden, so war der Faktor „Schmerz“ der häufigste Grund.

#### **4.2.4 Komplikationen**

Bei insgesamt **acht (21 %) Patienten** traten postoperative Komplikationen auf. In insgesamt vier (10.5 %) Fällen erfolgten Narbenkorrekturen, teilweise zehn Jahre nach der DVO. Wundinfekte traten in drei (7.9 %) Fällen auf, wobei in einem Fall deswegen ein Wunddebridement erfolgte. Letztendlich konnte nur in diesem Fall eine Wundinfektion aufgrund der liegenden Schanz Schraube gesichert werden.

**Jani (1973)** beschreibt nach DVO z.B. Fragmentkippen in 2 %, Wundinfektionen in 2 % und eine Schädigung der Trochanterepiphyse in 6 % der Fälle.

**Salter und Dubos (1974)** beschreiben oberflächliche Wundinfekte in 3.2 %.

Im Vergleich beschreiben **Küsswetter und de Pellegrin (1990)** für die Beckenosteotomie nach Salter ein Infektionsrisiko von 4 %. Die Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftdysplasie beziffert das Risiko einer Wundheilungsstörung bei

Salter – Osteotomie mit 1.2 %, insgesamt kommt diese Auswertung von 1985 zu einer Komplikationsrate von 4 % sowohl für die Pfannendach verbessernden Eingriffe als auch die Korrekturosteotomien unter Einbeziehung der Hüftkopfnekrosergrade II – IV (Tönnis 1985).

Die Hüftkopfnekrose stellt auch heute noch die gefürchtetste Komplikation in der operativen sowie konservativen Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung dar.

In unserem Patientenkollektiv sahen wir in **9.2 %** der nachuntersuchten Hüftgelenke eine Hüftkopfnekrose, wobei der Anteil **schwerer Nekrosen 3.9 %** betrug (Grad 2-4).

Der überwiegende Teil wies Deformierungen Grad I auf.

Die sieben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bestehenden Kopfdeformitäten rekrutierten sich aus 11 bereits präoperativ vorhandenen Störungen, was sogar einer Verbesserung von 5.3 % entspricht.

Alle Hüftgelenke, die präoperativ Deformitäten aufwiesen, wurden konservativ vorbehandelt.

Bei einem Patienten (2.6 %) kam es 22 Jahre nach beidseitiger DVO zur endoprothetischen Versorgung auf der linken Seite. Bereits 13 Jahre nach DVO wurde bei dem gleichen Patienten auf der rechten Seite eine Umstellungsosteotomie vorgenommen.

Bezogen auf die DVO als alleinige Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung, finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben über die Häufigkeit postoperativer Hüftkopfnekrosen. So fanden **Behrens und Anders (1985)** in ihrem Patientenkollektiv in 6.7 % der Fälle eine Nekrose (Grad I-IV). **Kooijmann und Anders (1985)** konnten nach Bernbeck DVO in 2.0 % der Fälle eine Nekrose IV. Grades beobachten.

Andere Operationsverfahren, wie z.B. die Beckenosteotomie nach Salter, weisen je nach Autor Nekroseraten zwischen 5 bis 15 % auf (**Salter 1961**). Extrem geringe Nekroseraten werden über die Triple – Osteotomie nach Tönnis berichtet, so fanden **Schulitz et al. (1991)** in ihrem Kollektiv lediglich in einem Fall eine Hüftkopfnekrose. **Behrens und Anders (1985)** konnten zeigen, dass die Nekroserate sowohl bei zeitlich nahen Zweiteingriffen, bei konservativer Einrenkung sowie bei initialen Kombinationseingriffen von Beckenosteotomie und DVO deutlich ansteigt. Bei Kombinationseingriffen sahen sie einen Anstieg der Nekroserate um 2.4 %. Eine Erklärung hierfür könnte die Verletzung der Hüftkopf versorgenden Gefäße

(Circumflexa – Gefäße) sein, die durch falsche Festlegung der Osteotomie-Ebene entsteht, was zu einer Minderdurchblutung des Kopfes mit anschließender Nekrose führt.

Für die Azetabuloplastiken allgemein werden in der Literatur Nekroseraten zwischen 1 % (**Fritsch et al. 1996**) und 17.8 % (**Brüning et al. 1988**) angegeben.

Im Hinblick auf die konservativen Behandlungsmethoden hat **Tönnis (1987)** Nekrosenraten zwischen Null (Pavlik – Bandage und Düsseldorfer Spreizschiene) und 20 % (Extensionsreposition in Kombination mit Lorenz – Gips und Schiene) gefunden. Dabei weist die heute übliche Spreizhosenbehandlung eine Hüftkopfnekroserate von 0.7 % auf.

Er konnte weiter zeigen, dass Hüften mit verzögertem Auftreten des Kopfkernes eine deutlich höhere Nekroserate hatten als Hüften mit entwickeltem Kopf. Aufgrund dieser Beobachtungen empfiehlt er die Hüfteinstellung erst nach Auftreten des Kopfkernes. In unserem Kollektiv zeigten drei Hüften präoperativ teilweise unvollständig entwickelte Hüftköpfe, alle diese Hüften zeigten bei der Nachuntersuchung Hüftkopfdeformierungen, zwei davon zweitgradig.

#### **4.2.5 Hüftscores**

Heute allgemein übliche postoperative Bewertungsschemata für das Hüftgelenk sind neben den bereits angeführten der Score nach **Merle d'Aubigné (1949)**, der **Score nach Harris (1969)** sowie das **Bewertungssystem nach Gao (1988)**. In den bereits zitierten Arbeiten über die DVO nach Bernbeck fanden diese Scores noch keine Verwendung, sodass hier eine direkte Vergleichbarkeit nicht möglich ist, vielmehr sollen im Folgenden die eigenen Ergebnisse mit denen anderer gängiger Operationsverfahren bei kongenitaler Hüftgelenksdysplasie diskutiert werden.

Die von uns ermittelten Punktwerte stellen nur den Status zum Nachuntersuchungszeitpunkt dar, eine Vergleichbarkeit mit präoperativen Punktwerten ist nicht möglich, da diese Scoresysteme zur Zeit der DVO noch nicht routinemäßig eingesetzt wurden.

Der Faktor „Schmerz“ wird beim Score nach Harris mit 44 % am stärksten gewichtet.

Die Wahrnehmung von Schmerzen bzw. die schmerzbedingte Beeinträchtigung alltäglicher Handlungen durch Schmerzen stellt für viele Patienten nach Eingriffen am Hüftgelenk den bedeutendsten Faktor dar.

Insgesamt 78.9 % der Patienten nach DVO gaben im **Harris – Score** an, überhaupt gar keine Schmerzen irgendwelcher Art zu haben.

Bei diesem Score können maximal 100 Punkte erreicht werden, er setzt sich aus 91 % subjektiven und 9 % objektiven Kriterien zusammen. Im Mittel erreichten unsere Patienten nach **DVO 95.1 Punkte**, 81.6 % hatten „sehr gute“ Werte (Punkte zwischen 100 – 90). Insgesamt zwei Patienten (5.3 %) hatten „schlechte“ Werte mit einem Score unter 70 Punkten. In der Gruppe I erreichten alle Patienten sehr gute bis gute Ergebnisse (Score zwischen 80 -100).

Insgesamt 98.7 % unserer Patienten erreichten wiederum sehr gute Werte im Score nach **Merle d’Aubigné**. Im Mittel wurden **17 Punkte** erreicht. Alle Patienten der Gruppe I erreichten sehr gute Punktwerte, lediglich zwei Patienten (je aus Gruppe II und III) erreichten ein gutes Ergebnis.

**24 (63.2 %)** Patienten hatten exzellente Punktwerte im **Score nach Gao**, 10 noch gute und vier Patienten (10.5 %) ausreichend bis schlechte Werte, wobei der niedrigste Durchschnittswert in der Altersgruppe II zu beobachten war.

**Böhm et al. (2002)** berichten über 73 Salter – Osteotomien, durchschnittlich 30.9 Jahre postoperativ, wobei das mittlere Patientenalter bei OP 4.1 Jahre betrug. Der mittlere Score nach Merle d’Aubigné betrug 15.6 Punkte und der mittlere Wert für den Harris – Hip – Score betrug 87 Punkte.

**Mellerowicz et al. (1998)** untersuchten Patienten 9.5 bzw. 10.7 Jahre nach Salter (10 Hüften) und Chiari – Osteotomie (11 Hüften) nach und entwickelten in Anlehnung an den Score nach Merle d’Aubigné (1949) ein eigenes Punktesystem, welches neben subjektiven auch objektive Kriterien, wie den AC-/ACM-/CE -und CCD – Winkel, den Hüftwert und die Nekrosethese nach Tönnis, einschloss. Von den maximal erreichbaren 100 Punkten erreichten 57 % der Salter – bzw. 10 % der Chiari – Osteotomien „sehr gute“ Ergebnisse.

In Zusammenschau mit diesen Score – Werten und den anderen vorher beschriebenen klinischen Ergebnissen unseres Patientenkollektives entsteht zunächst der Eindruck akzeptabler Langzeitergebnisse. Prä- und postoperativer

Zustand können allerdings aufgrund fehlender präoperativer Daten nicht direkt verglichen werden, Tendenzen oder Verbesserungen deswegen auch nicht detailliert beleuchtet werden.

Eindrucksvoll konnte **Tönnis (1985)** die geringe Verbesserbarkeit der klinischen Parameter nach DVO in seiner Sammelstatistik belegen.

Entgegen unseren Erwartungen waren die klinischen Ergebnisse unseres Kollektivs nach DVO im Langzeitverlauf gut bis teilweise sehr gut, dies traf besonders für die Altersgruppen I und II zu, also für die Patienten, die bis zum achten Lebensjahr operiert wurden. In den verwendeten Scores konnten in 60 – 80 % der Fälle ebenfalls gute Werte erzielt werden, jedoch waren diese überwiegend subjektiver Natur. Altersspezifische Unterschiede, wie in den anderen klinischen Parametern, ließen sich bei den Score – Systemen in dem Maße nicht feststellen.

Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse der radiologischen Parameter diskutiert werden.

#### **4.3 Diskussion der eigenen radiologischen Ergebnisse und der alternativer Korrekturverfahren im Literaturvergleich**

Zur Auswertung kamen a.p. Beckenübersichten zu drei Messzeitpunkten **präoperativ (T1)**, unmittelbar **postoperativ (T2)** und zum **Nachuntersuchungszeitpunkt (T3)**.

Nach Überprüfung entsprechender Qualitätsmerkmale kamen je 36 Röntgenbilder für den Zeitpunkt T1 und je 37 für die Zeitpunkte T2 und T3 zur Auswertung.

Die Bestimmung der im Anschluss wiedergegebenen Winkelparameter kann mit projektionsbedingten Fehlern behaftet sein, diesbezüglich wurde versucht, durch standardisierte Messbedingungen und Qualitätsindizes Fehlerquellen zu minimieren bzw. im Zweifelsfall Röntgenbilder auch ganz aus der Auswertung zu nehmen.

Letztendlich können die ausgewerteten Röntgenbilder auch nur eine begrenzte Aussage über ein Gelenk als Ganzes liefern, da dies stets ein dreidimensionales Konstrukt ist und z.B. die Gelenkkongruenz auch nur sicher in einer Rundumsicht beurteilt werden kann. So etwas kann letztendlich nur durch ein CT oder MRT

geleistet werden, dies war bei der vorliegenden Arbeit allerdings nicht Gegenstand der Bildgebung.

Bei der Beurteilung der ausgewerteten radiologischen Ergebnisse nach DVO lässt sich ebenfalls feststellen, dass die Ergebnisse dieser Derotations – Varisierungsosteotomie nach Bernbeck als Operationsverfahren in der Behandlung der Hüftdysplasie bzw. Hüftluxation altersabhängige Unterschiede zeigen.

In analoger Reihenfolge, wie im Ergebnisteil 3.7, soll auch die Diskussion der einzelnen Winkelparameter wiedergegeben werden.

#### **4.3.1 Der AC – Winkel nach Hilgenreiner (1925)**

Nach Meinung vieler Autoren (z.B. Brückl et al 1972, Tönnis 1982, Bernau und Buckup 1999) ist der AC – Winkel nach Hilgenreiner (1925) ein gutes Maß für die Beurteilung des knöchernen Pfannendaches, bezogen auf die ersten 10 Lebensjahre. Altersabhängige Mittelwerte und Schwankungsbreiten für den AC – Winkel wurden ebenfalls von zahlreichen Autoren mitgeteilt (Massie und Howorth 1950, Carter und Wilkinson 1964, Tönnis und Brunken 1968, Zippel 1971, Brückl et al 1989, Izumida 1992). Im Alter bis zu zwei Jahren findet sich beispielsweise bei **Tönnis (1984)** ein Mittelwert von 20°; bei **Zippel (1971)** 20.8° und bei **Carter und Wilkinson (1964)** ein Wert von 19°. Niedrigere Werte werden von z.B. **Weintroub et al. (1979)** mit 14° beschrieben.

Für alle Winkelparameter gilt letztendlich, dass die exakte radiologische Bestimmung abhängig von der Qualität des Röntgenbildes, insbesondere von der richtigen Position des Beckens ist. Dies gilt weniger für den ACM- und CE – Winkel als für den AC – Winkel. Lagerungsfehler, z.B. durch eine vermehrte seitliche Drehung oder durch eine verstärkte Kippung, verfälschen die Messung in der Art, dass der Winkel zur gekippten Seite kleiner ausfällt. Um dies vorher abzufangen, wurde in allen Bildern, wie unter 2.4 beschrieben, der **Drehquotient** nach **Tönnis und Brunken (1968)** bestimmt. Bilder, die demnach einen Quotienten außerhalb 1.80 und 0.56 hatten, kamen nur noch deskriptiv zur Auswertung, in ihnen wurden keine Winkelparameter eingezeichnet.

Nach **Niethard (1981)** korreliert der AC - Winkel im niedrigen Bereich nicht mit der tatsächlichen knorpeligen Begrenzung des Gelenkes und ist somit nicht in der Lage, bei knorpelig gut ausgebildeter Hüftpfanne die wahre Morphologie des kindlichen Hüftgelenkes wiederzugeben.

Auch sind in der Literatur unterschiedliche Schwankungsbreiten von 2° (Portinario 1995) bis 6° (Broughton 1989) beschrieben, was noch einmal verdeutlicht, dass die Betrachtung einzelner Werte erheblichen Verzerrungen unterliegt und daher das Hüftgelenk in seiner Gesamtheit erfasst werden sollte und nicht bloß auf einzelne Werte reduziert werden kann.

Nach Verschluss der Y- Fuge ist die exakte Bestimmung des Winkels nur eingeschränkt, nach Meinung von z.B. Hilgenreiner (1929) und Tönnis (1982), gar nicht mehr möglich.

Die zum Nachuntersuchungszeitpunkt bestimmten AC – Winkel sind bei einem Durchschnittsalter von 31.1 Jahren (SD = 4.17) des Kollektives und unter Berücksichtigung der unter 2.4.1 beschriebenen modifizierten Winkelbestimmung sicherlich einer gewissen Schwankungsbreite unterlegen und können verlässlich nur für die Zeitpunkte T1 und T2 bis zum Verschluss der Y – Fuge ausgewertet werden.

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt lagen die gemessenen AC – Winkel unseres Kollektivs überwiegend im normalen Bereich, lediglich 18 (24.3 %) Hüften waren zweit -bis viertgradig verändert im Sinne der Klassifikation nach Tönnis. Dieses positive Ergebnis kann in Anbetracht des Wachstumsabschlusses und der damit einhergehenden Ungenauigkeit in der Bestimmung des AC – Winkels nicht die wahren Begebenheiten am Hüftgelenk widerspiegeln, somit bleibt dieser Parameter der Verlaufsbeobachtung des wachsenden Hüftgelenkes vorbehalten.

Alle drei Altersgruppen unterschieden sich signifikant in den prä -und unmittelbar postoperativen AC - Winkeln, diese altersspezifischen Unterschiede konnten allerdings zum Nachuntersuchungszeitpunkt nicht mehr nachvollzogen werden.

Keine Altersgruppe erreicht die von Tönnis geforderten 10° als Maß für einen physiologischen AC – Winkel im Alter bis 14 Jahre.

In der jüngsten Altersgruppe lagen präoperativ die schlechtesten Ausgangswerte vor, es verwundert daher also nicht, dass im Gruppenvergleich die Winkel hier signifikant postoperativ abfallen, wobei sich alle Altersgruppen zum Nachuntersuchungszeitpunkt im annähernd normalen Winkelniveau wiedertreffen. Bei den Altersgruppen II und III handelte es sich überwiegend um Hüftpfannen, die

bereits präoperativ dem physiologischen Bereich mehr genähert waren als in der Gruppe I.

Mit durchschnittlich 18.23° links und 19.01° rechts lagen die Werte präoperativ überwiegend im normalen bis maximal leicht pathologischen Bereich (Grad I und II zusammengefasst), dies traf für insgesamt 73.6 % aller Gelenke zu. Vergleicht man dies mit den 87.8 % normalen AC – Winkeln zum Nachuntersuchungszeitpunkt, so ergibt sich eine Verbesserung um lediglich 14.2 %.

In Anlehnung an **Tönnis (1985)** legen auch unsere Ergebnisse den Schluss nahe, dass häufig auch eine vermehrte Antetorsion des Schenkelhalses eine Indikation zur DVO nach Bernbeck gewesen sein muss.

Auch die 2. Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüft dysplasie beobachtete in 60 % der Fälle präoperativ normale AC – Winkel und konnte bei alleiniger DVO eine Verbesserung von 9 % beobachten (Tönnis 1985).

**Schittich et al. (1995)** konnten bei 369 Gelenken im Mittel 8.5 Jahre nach DVO letztendlich nur geringe Verbesserungen in allen Winkelwerten beobachten. Im Durchschnitt waren die Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 13.5 Jahre alt. Präoperativ lagen die Werte für den AC – Winkel im Mittel bei 22°, dies verbesserte sich zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf 16°.

**Refior und Hackenbroch (1976)** wiederum konnten nach DVO in 23.1 % normale AC – Winkel feststellen. **Anders und Siedek (1982)** ermittelten in 32 % der Fälle nach DVO normale AC – Winkel, 26 % blieben leicht pathologisch und 42 % waren stark pathologisch.

**Schütte (1984)** beobachtet in seinem Kollektiv in 39.7 % eine Verbesserung des AC – Winkels. Einen Zuwachs normaler AC – Winkel konnte er bei Patienten, die vor dem dritten Lebensjahr operiert wurden, verzeichnen. **Jani und Warner (1969)** erzielten sogar in 63.5 % normale AC – Winkelwerte.

Korrekturgewinne durch die **Salter – Osteotomie** werden in der Literatur z.B. von **Rab (1978)** mit durchschnittlich 10° angegeben. Auch **Krauspe (1993)** und **Windhager (1990)** schreiben dieser Methode geringere Korrektoreffekte in Bezug auf den AC – Winkel zu. **Jani und Arnold (1985)** geben durchschnittlich 8.2 Jahre nach Salter – Osteotomie bei unter Sechsjährigen einen mittleren AC – Winkel von 13.1° an und setzen als obere Limitierung einen präoperativen Ausgangswinkel von unter 45° fest.



**Katthagen et al. (2005)** beschreiben nach **Azetabuloplastik** in der modifizierten Dortmunder Technik im Mittel postoperative Winkel nach Hilgenreiner um  $9.6^\circ$ , dies wurde auch von Pothmann und Mitarb. (2001) an 125 gleichartigen Azetabuloplastiken im Durchschnitt 9.2 Jahre postoperativ so beobachtet.

**Reichel et al. (1996)** wiederum ermittelten für 74 Gelenke nach **Azetabuloplastik in der Methode nach Dega** eine Verbesserung des AC – Winkels um  $18^\circ$  im Mittel 10 Jahre postoperativ, wobei das durchschnittliche Operationsalter bei 3 Jahren lag.

Durch die DVO in der Methode nach Bernbeck als alleinige Korrekturoption am dysplastischen Hüftgelenk konnte bei den Kindern, die im Alter zwischen wenigen Monaten und bis zu drei Jahren operiert wurden eine signifikante Verbesserung des AC – Winkels beobachtet werden. Grundlage dieser Interpretation sind die Ergebnisse der Varianzanalyse der gruppenspezifischen Veränderungswerte über zwei Messzeitpunkte (T1 – T3). Hierin unterschied sich die Altersgruppe I signifikant ( $p < .001$ ) von den Gruppen II und III. In welchem Ausmaß dies nicht auch den natürlichen Verlauf widerspiegelt lässt sich abschließend nicht klären und es bleibt ebenfalls unklar warum es überhaupt zu Veränderungen an der Hüftpfanne durch eine DVO kommt.

Für den Nachuntersuchungszeitpunkt können allerdings keine Normalwerte herangezogen werden und die verlässliche Einzeichnung des Winkels bei verstrichener Y – Fuge im Erwachsenenalter bleibt mit den bereits beschriebenen Problemen behaftet. Um eine Aussage über die vordere Überdachung des Hüftkopfes treffen zu können, wäre eine sog. Faux – Profil – Aufnahme hilfreich gewesen, anhand dieser hätte der so genannte VCA – Winkel nach Lequesne und de Sèze (1961) bestimmt werden können. Neben der a.-p. – Aufnahme entsteht so eine zweidimensionale Bewertung der Hüftpfanne.

Aus Gründen der Strahlenhygiene verzichteten wir allerdings bewusst auf diese zusätzliche Aufnahme.

#### 4.3.2 Der CE – Winkel nach Wiberg (1939)

Eine Aussage über die seitliche Überdachung des Hüftkopfes gibt der CE – Winkel nach Wiberg (1939), demnach ist die Hüftkopfüberdachung umso besser, je größer dieser Winkelwert ausfällt. Aus den biomechanischen Betrachtungen von z.B. Bombelli (1985), Mittelmeier (1990), Pauwels (1973), oder auch Hsin et al. (1996) geht hervor, dass eine Vergrößerung der lasttragenden Fläche, ausgedrückt durch eine Zunahme des CE – Winkels, zu einer Entlastung des Hüftgelenkes führt und so der knöchernen “Stress“ vermindert werden kann.

Der CE – Winkel stellt auch immer ein Maß für die Ausnutzung der Pfanne dar und somit kommt seiner Verbesserung eine besondere Bedeutung zu (Busse 1972).

Präoperativ hatten die von uns nachuntersuchten Hüftgelenke einen durchschnittlichen Ausgangswert von 13°, durch einen intraoperativen Zentrierungsgewinn ergab sich unmittelbar postoperativ ein Wert von durchschnittlich 15° und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatten 75 Gelenke einen CE – Winkel von durchschnittlich 18.7°. Nach alleiniger DVO kann zwar unmittelbar postoperativ eine signifikante (links  $p = .008$ , rechts  $= .007$ ) Verbesserung des CE – Winkels beobachtet werden, jedoch tritt keinesfalls eine Normalisierung im Sinne einer Heilung zum Nachuntersuchungszeitpunkt auf. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von Tönnis (1985), der feststellte, dass ein intraoperativer Zentrierungsgewinn letztendlich keinen Einfluss auf die späteren Ergebnisse hat und somit nur als Maß für die intraoperative Korrektur der Dysplasie gesehen werden kann.

Zum Zeitpunkt unserer Nachuntersuchung sind dementsprechend 93.2 % aller Gelenke dezentriert mit pathologischen Winkelwerten zwischen Grad 2 und 4 nach Tönnis, lediglich 6.8 % aller Gelenke hatten zu diesem Zeitpunkt physiologische CE – Winkel, wobei die größte Zunahme der lateralen Überdachung in der Altersgruppe I beobachtet werden konnte. In dieser Gruppe waren die Veränderungswerte von T1 bis T3 auch signifikant ( $p = <.050$ ).

Hier lagen allerdings auch präoperativ die schlechtesten Ausgangsbefunde vor.

War der CE – Winkel bereits präoperativ näher am physiologischen Bereich, wie in den Gruppen II und III, so ließ sich naturgemäß keine wesentliche Verbesserung der Hüftkopfbzentrierung beobachten.

Wie schon **Hackenbroch et al. (1974)** oder **Reichelt und Hansen (1975)** feststellten, kommt es bei der DVO unmittelbar durch den **intraoperativen Zentrierungsgewinn** zu einer Zunahme des CE – Winkels, auch als „**Primäreffekt**“ bezeichnet, doch reicht dies bei weitem nicht aus, um eine Normalisierung im Langzeitverlauf zu erreichen.

Wie bereits berichtet, war dies in der Altersgruppe I am ausgeprägtesten, schließlich lagen hier auch extrem kleine CE – Winkel prae operationem vor.

**Refior (1976)** konnte in seiner Nachuntersuchung normale CE – Winkel nach alleiniger DVO in 61.5 % seiner Fälle feststellen, wobei allerdings nur Kinder nachuntersucht wurden. Das mittlere Operationsalter betrug bei ihm 2.5 bis 6.6 Jahre und der Nachuntersuchungszeitraum erstreckte sich von 12 bis 20 Jahre.

Auch **Anders und Siedek (1982)** untersuchten Kinder sechs Jahre nach intertrochantärer Varisations- Derotationsosteotomien nach und beobachteten in 32 % der Fälle normale Winkelwerte zum Nachuntersuchungszeitpunkt.

**Wilkens (1989)** fand bei über 15 – jährigen nach DVO eine Verbesserung des CE – Winkels um fünf Grad bei 22 % der Patienten.

**Andere operative Korrekturmaßnahmen** zeigen wesentlich bessere CE – Winkel im Langzeitverlauf. **Graßhoff et al. (2003)** beschreiben 14 bis 31 Jahre nach einer Azetabuloplastik in der Methode nach Dega in 88 % der Fälle normale bis leicht pathologische CE – Winkel bei einem mittleren Operationsalter von 2.8 Jahre. Für die Azetabuloplastiken ganz allgemein fiel die Verbesserung des CE - Winkels im Literaturvergleich unterschiedlich aus.

**Reichel et al (1996)** beschreibt in 89 %, **Brüning et al. (1988)** in 82 % der nachuntersuchten Fälle normale bis maximal leicht pathologische Werte.

**Die Mehrfachosteotomien** in der Therapie des Jugendlichen oder Erwachsenen erzielen im Mittel ebenfalls bessere Winkelwerte.

**Schulitz und Roggenland (1991)** beobachteten nach Triple – Osteotomie eine Verbesserung des Zentrumeckenwinkels um durchschnittlich 26° und Tönnis (1994) legte ein Korrekturoptimum zwischen 30° und 35° fest; Bereiche, die er im Langzeitverlauf mehrheitlich bei noch zentrierten Hüften erreichte.

Im Vergleich der unterschiedlichen Beckenosteotomien zeigen die Ergebnisse der 2. Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (1985) vernachlässigbare Unterschiede zwischen der Pemberton – Osteotomie, der Methode nach Lance oder

der Salter – Osteotomie. Alle diesbezüglich nachuntersuchten Patienten erreichten physiologische Winkelwerte. Für die Chiari – Osteotomie lag der prozentuale Anteil der in den physiologischen Bereich überführten Gelenke unterhalb der drei vorher genannten Pfannendachoperationen (Lance, Pemberton, Salter).

Die DVO als alleinige Korrekturmethode konnte in unserer Studie, bezogen auf den CE – Winkel, nicht an solch gute Ergebnisse anknüpfen.

Ein durchschnittlicher CE - Winkel zwischen 30° oder 35°, wie von Tönnis et al. (1994) im Bezug auf eine lang anhaltende Schmerzfreiheit gefordert, konnte nicht annähernd erreicht werden.

#### **4.3.3 Der ACM – Winkel nach Idelberger und Frank (1952)**

Als ein Maß für die Neigung des Pfannendaches bzw. die Pfannentiefe wurde der Pfannendachwinkel, kurz ACM – Winkel, von Idelberger und Frank (1952) konzipiert. Neben dem AC – Winkel gilt er als Standardparameter zur Beschreibung der Hüftgelenkspfanne und dient zusammen mit dem CE – Winkel und der Dezentrierungsstrecke als „Summenwert“ des Hüftgelenkes, ausgedrückt durch den Hüftwert nach Busse et al. (1972). Der ACM – Winkel wird weniger durch fälschliche Beckenkipfung beeinflusst. Brückl (1972) gibt zu bedenken, dass eine verlässliche Einzeichnung des Winkels erst ab fünf Jahren möglich sei und vorher aufgrund der Skelettmorphologie entsprechende „Landmarken“ schwieriger zu definieren seien. In der überwiegenden Anzahl der Fälle in unserem Kollektiv war die Konstruktion des Winkels auch in der Altersgruppe I, also bis drei Jahren, möglich.

Im dem Patientengut, das dieser Arbeit zugrunde liegt, verbesserte sich der ACM – Winkel in der Altersgruppe I im Durchschnitt links um 10.39° und rechts um 11.37°, in der Gruppe II nur noch um 4.15° links und um 1° rechts und in der Gruppe III beträgt diese Differenz lediglich 2.54° links und 0.19° rechts. Der ACM – Winkel pendelt sich altersunabhängig nach DVO im Mittel links bei 48.24° und rechts bei 49.22° ein, erreicht somit aber nicht den von Tönnis (1984) geforderten Mittelwert von 45°. Von einer eigentlichen Verbesserung der Hüftpfanne durch die DVO nach Bernbeck kann man also nicht sprechen.

Die günstigste Entwicklung ist hier ebenfalls bei dysplastischen, sprich stark pathologischen Ausgangsbefunden zu verzeichnen, dies traf vor allem für die Kinder bis zu drei Jahren zu. Bei weniger pathologischen präoperativen Werten (Gruppe II und III) war die Tendenz zur Normalisierung deutlich geringer ausgeprägt.

Bereits 1971 gab Walch zu bedenken, dass die Pfannenentwicklung weitgehend bis zum dem Ende des zweiten Lebensjahres abgeschlossen sei und somit eine Normalisierung pathologischer Pfannenparameter nach dieser Zeit ohne Pfannendacheingriff ohnehin nicht zu erwarten sei.

So wundert es nicht, dass bei der Betrachtung der Veränderungswerte, ausgedrückt als Differenz des ACM – Winkels präoperativ versus zur Nachuntersuchung, die Altersgruppe I mit 10.92° links und 11.58° rechts die größte Differenz bzw. die größte Verbesserung erzielte, was wiederum im Gruppenvergleich für die rechte Seite signifikant war ( $p = <.001$ ).

Insgesamt 54 % aller nachuntersuchten Gelenke befinden sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im pathologischen Bereich, wobei hiervon 85 % leicht pathologische ACM – Winkel unter 55° hatten. Insgesamt 34 Hüftgelenke, sprich 45.9 %, wiesen normale Winkelwerte auf. Fasst man die Grade I und II nach Tönnis als normal zusammen, schließt also die maximal leicht pathologischen mit ein, so steigt der Anteil normaler ACM – Winkel auf 91.9 %. Extrem pathologisch verbleiben 2.7 %.

Dies übertrifft etwas die Veröffentlichungen der 2. Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (1985). Thelen und Anders ermittelten im Rahmen dieser Sammelstatistik in 82.4 % der Gelenke ACM – Winkel bis Grad II und 17.6 % mit schweren dysplastischen Winkeln, sie gaben deshalb zu bedenken: "Zur Beurteilung der Pfannendachentwicklung scheint der ACM – Winkel zu günstige Resultate vorzutäuschen. Die deutlich ungünstigeren Ergebnisse, gemessen am AC – Winkel und auch am CE – Winkel (nach Bernbeck DVO), entsprechen der Realität" (Thelen und Anders, 1985, S. 186).

Auch **Schittich et al (1995)** konnten im Mittel zehn Jahre nach DVO ACM – Winkelverbesserungen auf durchschnittlich 47° erfassen, das Patientenalter betrug im Mittel 13.5 Jahre. Andere Veröffentlichungen mit weit kürzeren Nachuntersuchungsintervallen, wie z.B. von **Schütte (1984)** mit 151 ausgewerteten Hüftgelenken sieben Jahre postoperativ, verzeichnen dagegen in über 90 % der Fälle normale bis maximal erstgradig pathologische Winkelwerte. Anders und Siedek

(1982) registrierten in ihrer bereits zitierten Nachuntersuchung bei 69 % der Hüftpfannen eine Verbesserung.

Vergleicht man unsere Ergebnisse mit den Literaturangaben über die **Azetabuloplastiken**, teilweise auch in Kombination mit DVO, so finden sich vergleichbare und teilweise auch etwas höhere Anteile normaler bis erstgradig pathologischer ACM – Winkel zugunsten der alleinigen DVO.

So berichten die bereits zitierten Autoren Brüning et al (1980) über 78.3 %, Reichelt et al. (1996) über 85.1 %, Fritsch et al. (1996) über 75 % und Grasshoff (2003) über 79 % normale ACM – Winkel nach Azetabuloplastiken, wobei häufig die Grade I und II insgesamt als normal zusammengefasst wurden.

#### **4.3.4 Der Hüftwert nach Busse et al. (1972)**

Als eine Art „Summenfaktor“ zur Beurteilung der Hüftgelenksituation dient der von Busse et al. 1972 eingeführte Hüftwert. Nach ihm soll eine normale Hüfte einen Wert von zehn haben, alle Hüftgelenke sollen darüber hinaus positive Werte haben.

Der Hüftwert ist zum einen ein Maß für die Gelenkform, für die Ausbildung und auch Ausnutzung der Hüftpfanne sowie für die Stellung von Hüftkopf und Pfanne zueinander (Bernau und Buckup 1999).

Mit im Mittel 28.54 links und 28.08 rechts finden sich präoperativ in der Gruppe I die schlechtesten Ausgangswerte, hier befand sich kein Gelenk im physiologischen Bereich. Selbst unmittelbar postoperativ bleiben in dieser Altersgruppe 46.1 % aller Gelenke pathologisch und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung kann lediglich ein Drittel in den normalen Bereich überführt werden (30.8 %).

In der Altersgruppe II, die bis zu einem Alter von acht Jahren operiert wurde, befinden sich präoperativ bereits 69.3 % im normalen Niveau, dies kann bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt lediglich auf 73.1 % gesteigert werden. Mit 16.77 links und 18.96 rechts zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verändern sich die Werte im postoperativen Verlauf kaum und signalisieren bereits das ausbleibende Nachreifungspotential in dieser Altersgruppe.

In der Altersgruppe III, der Gruppe mit dem höchsten Operationsalter, befinden sich vor DVO 59.1 % aller Gelenke im normalen bis leicht pathologischen Bereich, wobei die Ausgangswerte vergleichbar mit der Gruppe II waren.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ist in dieser Gruppe der Anteil pathologischer Werte gleich geblieben, jedoch konnten keine extrem veränderten Gelenke mehr nachgewiesen werden und entgegen unseren Erwartungen konnte der Anteil normaler bis leicht pathologischer Gelenke auf 68.2 % gesteigert werden.

Im Mittel beträgt der Hüftwert zum Zeitpunkt T3 in der Altersgruppe III links 17.27 und rechts 19.32.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnten in der querschnittlichen Varianzanalyse (Oneway) keine signifikanten Mittelwertsunterschiede der drei Altersgruppen, bezogen auf den Hüftwert, festgestellt werden, wohl aber eine signifikante negative Korrelation bezüglich Hüftwert und Operationsalter und zwar in der Art, dass, je älter die Patienten bei der DVO waren, desto weniger ausgeprägt waren die Hüftwertveränderungen (links :  $p = .006$ , rechts :  $p = .007$ ).

Die Beobachtung, dass die Gruppe mit dem niedrigsten Operationsalter im Verhältnis die größte Verbesserung durch die DVO erfährt, konnte im Post – Hoc – Scheffé – Test bezüglich der Veränderungswerte von T1 zu T3 bestätigt werden.

Gruppe I unterschied sich hier signifikant von den anderen Gruppen, wobei der Unterschied zwischen Gruppe II und III nicht signifikant war (links :  $p = <.050$ , rechts :  $p = .001$ ).

Betrachtet man nun alle Gelenke unabhängig vom Alter bei OP, so befinden sich zum Nachuntersuchungszeitpunkt insgesamt **62.2 % im pathologischen** Bereich, wobei **35.1 % dritt- bis viertgradig pathologisch** verändert sind. Vergleicht man dies mit 79.2 % pathologischen Gelenken präoperativ, so bedeutet dies eine prozentuale Verbesserung von lediglich 17 %.

Auffällig ist das höhere Ausgangsniveau der älteren Patienten, in dem sich ein bereits abgeschlossenes Pfannenwachstum widerspiegelt.

Demnach kann nach DVO in der Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung in unserem Kollektiv lediglich in etwas mehr als einem Drittel ein physiologischer Hüftwert erreicht werden.

Um herauszufinden, welcher der Parameter, die in den Hüftwert einfließen, für dieses Ergebnis verantwortlich ist, sollen noch einmal der ACM – Winkel, der CE – Winkel und die Dezentrierungsstrecke MZ betrachtet werden.

Der prozentuale Anteil pathologischer ACM - Winkel verbesserte sich unabhängig vom Operationsalter von präoperativ 75 % zu 54.1 % zum Nachuntersuchungszeitraum, was einer Verbesserung von 20.9 % entspricht.

Betrachtet man nun den CE – Winkel, so ergibt sich eine deutliche Zunahme der pathologischen Werte, dies war vor allem in den Gruppen I und II der Fall. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung befinden sich insgesamt 92.2 % aller Gelenke im pathologischen Bereich, was im Vergleich zu präoperativen 87.5 % einer Verschlechterung um 4.7 % entspricht.

Somit führten eine verstärkte Fehlstellung des Hüftkopfes und eine Gelenkinkongruenz zu schlechten Hüftwerten.

Betrachtet man dazu nun die Dezentrierungsstrecke, die bei allen Patienten präoperativ über 6 mm war, so unterstreicht ihre Zunahme im zeitlichen Verlauf den **mangelnden Zentrierungsgewinn durch die DVO** nach Bernbeck in unserem Patientenkollektiv.

Lediglich in der Altersgruppe I kann eine höhergradige Abnahme beobachtet werden und zumindest einseitig kann hier eine Strecke unter 6 mm gemessen werden.

Präoperativ waren die Werte mit 8.08 mm als gemittelter Wert für beide Seiten in dieser Gruppe auch am stärksten dezentriert.

Zu einer deutlichen Zunahme der Dezentrierung kommt es dagegen einseitig in der Altersgruppe II.

Insgesamt befinden sich zur Nachuntersuchung 48.6 % aller Dezentrierungsstrecken im hochnormalen bis leicht pathologischen Bereich.

Die schlechte Entwicklung des Hüftwertes in unserem Kollektiv rekrutiert sich also aus der schlechten Überdachung des Hüftgelenkes, ausgedrückt durch den CE – Winkel und durch eine persistierende Dezentrierung in knapp der Hälfte der Fälle.

Bezüglich des Hüftwertes nach DVO kommt auch **Hartmann (1995)** zu ähnlichen Ergebnissen. Er konnte insgesamt 87 Erwachsene im Mittel 44.6 Monate nach DVO bei einem durchschnittlichen Operationsalter von 21.3 Jahren klinisch und radiologisch nachuntersuchen. Präoperativ waren 77.1 % der Gelenke pathologisch, nach DVO verringerte sich dies auf 62.9 %. Somit verbleibt auch bei der DVO am ausgereiften Skelett eine ähnlich hohe Dysplasierate wie in unserem Kollektiv.

Er konnte auch Kinder bis zu einem Alter von 12 Jahren nachuntersuchen, was unserer Altersgruppe II entspricht. Hier konnte Hartmann einen prozentualen Rückgang der pathologischen Hüftwerte von präoperativ 74.6 % auf 58.2 % zum



Nachuntersuchungszeitpunkt feststellen. In unserem Kollektiv war die Rate pathologischer Hüftwerte prä- zu postoperativ mit 61.54 % in etwa gleich.

Bezüglich der Chiari – Osteotomie beschreibt **Kerschbaumer (1985)** eine Verbesserung der Pfannenparameter (AC- ACM – Winkel, Hüftwert) in 43.5 % der stark pathologischen Grade in den Normalbereich (Grad I – II).

Für die Pfannendacheingriffe (Osteotomie nach Lance, Pemberton und Salter) beobachtete er eine Verbesserung in den oben angeführten Parametern in 76 % - 78 % der Fälle.

**Niethard et al. (1985)** konnten, bezogen auf den AC-, ACM-, CE – Winkel und den Hüftwert nach DVO, in der Gruppe der bis zum zweiten Lebensjahr Operierten bei insgesamt 31 % der Kinder eine Verbesserung feststellen, dies nahm bis zu den Sechsjährigen schon um 9 % ab.

Wie auch in unserem Kollektiv beobachteten Niethard et al. eine höhergradige Verbesserung bei stärker pathologischen Ausgangswerten.

#### **4.3.5 Der CCD – Winkel nach Müller (1957) und der KE – Winkel nach Jäger und Refior (1974)**

Da in der Literatur nach DVO immer wieder über das Revalgisierungsverhalten des osteotomierten Schenkelhalses berichtet wird (Anders 1985, Bruns 1975, Jani 1969, Kleine 1975, Mittelmeier 1969, Refior 1976, Reichel 1985, Schittich 1995, Schneider 1966, Tönnis 1977, Seeber 1976), wurde auch unser Kollektiv diesbezüglich nachuntersucht.

Bernbeck (1949, 1962, 1974) strebte selber stets eher eine Überkorrektur an: „Nach eigener Erfahrung empfiehlt sich stets eine mehr oder minder große Überkorrektur – bezogen auf die physiologische Antetorsion des proximalen Femurendes“ (Bernbeck, 1949 zitiert nach Schimmel 1974, S. 143).

In der Praxis wurden CCD – Winkel bei jungen Patienten unter sechs Jahren von etwa 100° angestrebt, im Alter von sieben bis 12 Jahren etwa 115° und bei älteren Patienten 120°. Weiter sah Bernbeck die Nulltorsion bis 15° Retrotorsion als idealen Korrekturwert an.

Wir verzichteten in unserer Studie auf die Bestimmung des reellen CCD – Winkels. Bedingt durch die physiologische Antetorsion von bis zu 31° beim Neugeborenen

und  $12^\circ$  beim Erwachsenen (v. Lanz, 1951), ist der projizierte Winkel stets größer als der reelle.

Zur exakten Bestimmung des reellen CCD – Winkels wäre eine zweite Röntgenaufnahme (Rippstein II) zur Ermittlung der Antetorsion nötig gewesen.

Vor allem aus strahlenschutzhygienischen Gründen haben wir auf diese Zweitaufnahme verzichtet und lediglich den projizierten Winkel zu den drei Messzeitpunkten T1-T3 bestimmt.

Bei unserer Nachuntersuchung ist deutlich geworden, dass häufig neben der Hüftdysplasie auch eine bestehende Valgität des Schenkelhalses zur DVO geführt hat, insofern scheint die starke intraoperativ vorgenommene Varisierung gerechtfertigt.

Inwiefern die Derotation und damit die Korrektur der Antetorsion das Ergebnis der Dysplasie beeinflusst haben, bleibt ungewiss, da in unserer Studie der AT – Winkel nach Dunn, Rippstein und Müller (1952) nicht bestimmt wurde.

Präoperativ wurden CCD - Mittelwerte von  $148.97^\circ$  für links bzw.  $149.17^\circ$  für rechts gemessen, insgesamt 62.5 % aller Hüftgelenke waren dementsprechend pathologisch valgisch. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte dieser prozentuale Anteil auf 43.2 % gesenkt werden.

Die meisten Schenkelhalswinkel sind zum Ende des Nachbeobachtungszeitraumes als normwertig bis maximal leicht pathologisch (87.8 %) anzusehen, wobei unter den Fehlstellungen die varischen Schenkelhälse dominieren, sie machten 75 % aller pathologischen Gelenke aus.

Als zusätzliches Maß für die Beurteilung eines eventuellen Revalgisierungsverhaltens gilt die von Jansen (1925) geprägten **Kopf – im – Nacken – Stellung** des Schenkelhalses, ausgedrückt durch den **KE – Winkel nach Jäger und Refior (1974)**. Die Epiphysenzone weicht physiologisch leicht zum Trochanter (Nacken) ab. Sind diese Neigung verstärkt und die Ebene der Epiphyse trotz eines normalen Schenkelhalswinkels horizontal, so wird dies als „Kopf – im Nacken – Lage“ bezeichnet (Tönnis 1985).

Entsprechend der verstrichenen Epiphysenfuge im Erwachsenenalter konnte der Winkel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung häufig nicht mehr zuverlässig eingezeichnet werden, was die geringe Fallzahl von 44 erklärt.

Mit 63.6 % in der Altersgruppe I finden sich analog zu der in dieser Gruppe vermehrt beobachteten Revalgisierung auch mehr pathologische KE – Winkel. Dies korrelierte in unserer Nachuntersuchung entgegen den Ergebnissen von Schittich et al. (1995) nicht mit einer höheren präoperativen Kopfumbaurrate in dieser Altersgruppe, sondern muss auf die starke Varisierung von im Mittel 43.9° links und 38.7° rechts zurückgeführt werden. Nach Refior (1976) kommt es durch die DVO allein nicht zu einer vermehrten Kopf – im - Nacken – Stellung. In unserem Kollektiv muß allerdings eine Schädigung der Epiphyse mit anschließendem einseitigen Wuchs und damit verbundenem vermehrten Wandern des Hüftkopfes in Richtung „Nacken“ postuliert werden.

**Tönnis (1985)** ermittelte in seiner 2. Sammelstatistik pathologisch valgische CCD – Winkel nach DVO in 39.3 % der Fälle, was sich mit unseren Beobachtungen deckt, allerdings waren unsere Patienten durchschnittlich älter.

In insgesamt 41 Fällen unserer nachuntersuchten Patienten wurde gleich oder kleiner 110° variiert. Von diesen stark variierten Schenkelhälsen entwickelten 14 (34.1 %), also knapp ein Drittel erneut eine Coxa vara, fünf (12.2 %) richteten sich davon im Sinne einer Coxa valga wieder auf. Von diesen fünf Gelenken gehörten vier (80 %) der Altersgruppe I an, was noch einmal das hohe „Wiederaufrichtungspotential“ der Kinder unter drei Jahren verdeutlicht.

Insgesamt 22 dieser überkorrigierten Gelenke (53.6 %) konnten sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in einen physiologischen Winkelbereich verbessern.

Wie auch in den Ergebnissen von **Anders et al. (1985)** nehmen in unserem Kollektiv die valgischen Winkel besonders in der jüngsten Altersgruppe I zu, die varischen dagegen ab. Diese Gruppe erreicht die höchsten Mittelwerte, die Gruppen II und III dagegen deutlich niedrigere Werte.

Die Revalgisierung war in unserem Kollektiv, wie bereits von Refior und Hackenbroch (1969), **Reichelt und Hansen (1975)** oder **Schittich et al. (1995)** beschrieben, stark vom Operationsalter abhängig. Der Korrektoreffekt der Varisierungsosteotomie mit zentraler Einstellung des Kopfes in die Hüftpfanne ging damit während des Wachstums zu einem gewissen Teil in dieser Altersgruppe wieder verloren.

Ähnlich wie Anders et al. (1985) kommen auch Schittich und Mitarbeiter zu dem Schluss, dass mit der **höchsten Revalgisierung** bis zu einem Operationsalter von **drei Jahren** zu rechnen ist und diese bis zum Alter von fünf Jahren stetig abnimmt.

In unserem Kollektiv sahen wir in der Altersgruppe I eine Revalgisierungsrate von 34.6 % gegenüber den älteren Kindern der Gruppen II bzw. III (3.8 bzw. 4.5 %). Damit war der Anteil pathologischer Revalgisierung in der Gruppe der jüngsten Kinder bis auf das Achtfache erhöht.

Als mögliche Gründe für eine Wiederaufrichtung werden von den bereits zitierten Autoren intraoperative Verletzungen der Trochanterepiphyse, Kopfumbaustörungen, Unterschiede in der Fixationstechnik und eben auch der Grad der Varisierung angegeben.

Tatsächlich findet sich präoperativ in der Gruppe mit der stärksten Revalgisierung auch mit 7.9 % prozentual die höchste Rate an Kopfumbaustörungen.

Betrachtet man nun das ganze Kollektiv unabhängig vom Alter bei OP, so zeigt sich im Gegensatz zu den Beobachtungen in der gängigen Literatur, nach temporärer Überkorrektur in extreme Varusstellung unmittelbar postoperativ, zum Nachuntersuchungszeitpunkt keine erhöhte Revalgisierungstendenz.

Dies erklärt sich allerdings durch die älteren Patienten zum Operationszeitpunkt und unterstreicht noch einmal die varisch fixierte Überkorrektur durch die DVO nach Bernbeck.

Durch die Ergebnisse der 2. Sammelstatistik empfiehlt Tönnis (1985), ab reellen CCD – Winkeln von 160° ggf. zusätzlich eine Varisierungsosteotomie als Ergänzung zu Eingriffen am Pfannendach durchzuführen, wenn Subluxationen durch den primären Eingriff am Pfannendach nicht genügend korrigiert werden können.

**Anders et al. (1984)** oder auch **Refior und Hackenbroch (1976)** empfehlen dann als Ausmaß der Varisierung einen CCD – Winkel von 110° bis 120°, abhängig vom Lebensalter.

#### 4.3.6 Stellenwert der DVO

Die operative Korrektur der Hüftdysplasie im Kleinkindesalter ist heute dank der Früherkennung mittels Ultraschallscreenings nur noch in seltenen Fällen nötig, da eine frühzeitige Repositions- und Retentionsbehandlung in den ersten drei Lebensmonaten in den meisten Fällen eine spontane Ausheilung der dysplastischen Pfanne bewirkt (Arnold, 2003).

Für die Fälle, in denen die konservative Therapie versagt, stehen dem Operateur heute neben der offenen Reposition die Azetabuloplastiken, die Salter-Osteotomie, die Beckenosteotomie nach Chiari oder aber auch die Triple - Osteotomie zur Verfügung.

Handelt es sich bei der angeborenen Hüftreifungsstörung letztendlich um ein Krankheitsbild, in dem sich verschiedene pathogen wirkende Mechanismen in unterschiedlicher Ausprägung und Zusammensetzung manifestieren, so steht doch die Behandlung des dysplastischen Pfannendaches im Vordergrund der Therapie.

Im Säuglings- und Kleinkindesalter werden nach der offenen Reposition die Pemberton – Osteotomie und die Osteotomie nach Salter empfohlen (Tschauner 2004).

Brückl et al. wiesen bereits 1986 darauf hin, dass sich bis zu 14 % der Gelenke mit milden Dysplasien, bis zu einem Alter von acht Jahren auch spontan normalisieren können und deshalb alle konservativen Maßnahmen bis zu diesem Alter ausgereizt werden müssen.

Bei älteren Kindern und insbesondere im Jugendlichen- und jungen Erwachsenenalter bieten die Mehrfachosteotomien, insbesondere die Triple – Osteotomie des Beckens nach Tönnis, allgemein anerkannte gute Korrekturmöglichkeiten (Guille et al. 1992, Schulitz und Roggenland 1991, Tönnis et al. 1994, Tschauner et al. 1992).

Die Osteotomie nach Chiari bleibt den älteren Hüften mit subluxierten Köpfen, großen Hüftköpfen und kurzen, fliehenden und zu steilen Hüftpfannen ohne Schwenkmöglichkeit der Hüftpfanne vorbehalten (Hille et al. 1981, Skruodis et al. 1994, Tönnis et al. 1985).

Spätestens seit den Empfehlungen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (1985) verzichten die meisten Autoren vollständig auf die Femurosteotomie oder

wenden diese nur noch an, wenn trotz Azetabuloplastik oder Beckenosteotomie keine ausreichende Stabilität im Hüftgelenk zu erreichen ist bzw. wenn simultan ausgeprägte Fehlformen am proximalen Femurende vorliegen (Blamoutier 1995, Brüning et al. 1985, Heine 1987, Shimada et al. 1990, Tönnis et al. 1993).

Brüning et al. (1988), Reichel et al. (1985) oder aber auch Dürschmidt (1982) belegten die **Unwirksamkeit der DVO** als alleinige Therapie in der Behandlung der angeborenen Hüftreifungsstörung.

Schittich und Mitarbeiter (1995) gehen davon aus, dass durch die Kombination einer Beckenosteotomie oder Azetabuloplastik mit einer DVO ein größerer Zentrierungsgewinn als bei alleiniger Azetabuloplastik oder Beckenosteotomie erreicht werden kann. Die Indikation zur Derotations-Varisierungsosteotomie besteht für sie nur noch, wenn neben dem operativen Eingriff am Pfannendach zusätzlich eine bessere Gelenkzentrierung erreicht werden muss.

Neben der Hüft dysplasie führte in unserem Kollektiv auch oft eine gleichzeitig bestehende Coxa valga zur DVO.

Dass eine reine Coxa valga aber nicht zwangsläufig zu Fehlbelastungen des Hüftgelenkes führt und deshalb auch keiner operativen Therapie zugeführt werden muss, ist seit den Veröffentlichungen von Exner und Kern (1994), Schittich (1995) oder Kummer (1985) bekannt.

In Übereinstimmung mit der Literatur lässt sich durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigen, dass die DVO **keine** Operationsmethode ist, die zur unmittelbaren postoperativen Korrektur der Hüftpfanne beiträgt.

Vielmehr lässt sich mit ihr nur ein sehr begrenzter Einfluss auf die Reifung und Entwicklungsmöglichkeiten der dysplastischen Hüfte ausüben.

Es muss jedoch bei der Betrachtung der vorliegenden Spätergebnisse berücksichtigt werden, dass mit insgesamt 38 nachuntersuchten Patienten mit 75 ausgewerteten Hüftgelenken ein sehr kleines Patientenspektrum nachuntersucht wurde.

Dieses Patientenkollektiv stellt möglicherweise aber auch eine negative Auslese dar, da oft nur unzufriedene Patienten zu Nachuntersuchungen erscheinen.

In unserem Fall waren es auffallend oft Patienten mit seelischen Problemen.

Trotz dieser Einschränkungen konnte langfristig in der Altersgruppe I (Alter bei DVO 0-3 Jahre) ein geringer pfannenverbessernder Einfluss der DVO nach Bernbeck

beobachtet werden, ob dies nicht auch im Spontanverlauf der Fall gewesen wäre, lässt sich bei fehlendem Kontrollkollektiv nicht sagen.

Warum die intertrochantäre Derotations – Varisierungsosteotomie überhaupt einen positiven Einfluss auf die Pfannendachentwicklung ausüben kann, konnten wir im Rahmen dieser Nachuntersuchung ebenfalls nicht klären.

In Anbetracht der guten klinischen und subjektiven Ergebnisse im Vergleich zu den überwiegend pathologischen radiologischen Ergebnissen stellt sich die Frage, ob radiologisch pathologische Veränderungen überhaupt hilfreiche Vorboten in der Abschätzung degenerativer Veränderungen am Hüftgelenk sein können ?

Dies würde sich allerdings nur schlüssig in einer weiteren klinischen und radiologischen Nachuntersuchung an diesem Patientenkollektiv klären lassen. In unserem Kollektiv beobachteten wir in 45.3 % der Fälle erstgradige arthrotische Veränderungen im Röntgenbild. Schwerwiegende Veränderungen sahen wir bei 4 % aller Gelenke. Demgegenüber standen lediglich 23.7 % klinisch auffällige Gelenke.

Auch **Rütt et al. (1986)** konnten in ihrer Nachuntersuchung an 185 intertrochantären Umstellungsosteotomien beobachten, dass radiologische Arthrosezeichen nicht immer mit entsprechender Klinik einhergehen müssen.

Zusammenfassend lässt sich noch einmal schlussfolgern, dass die oben ausgeführten Nachuntersuchungsergebnisse die alleinige Korrektur des Schenkelhalses durch eine Derotations – Varisierungs – Osteotomie in der Methode nach Bernbeck als ein unzureichendes operatives Behandlungsverfahren in der Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung erscheinen lassen und letztendlich dieses nur als ein additives Verfahren in Ergänzung zu Eingriffen am Pfannendach gesehen werden kann.

## **5.0 Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser Langzeituntersuchung wurden 38 Patienten mit 75 operierten Hüftgelenken im Mittel 24.4 Jahre, bei denen eine intertrochantäre Derotationsvarisierungsosteotomie in der Methode nach Bernbeck in dem Zeitraum von 1970 bis 1980 im Allgemeinen Krankenhaus Hamburg Barmbek durchgeführt wurde, klinisch und radiologisch nachuntersucht.

Ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen eine DVO aufgrund von Hüftluxationen spastischer, paralytischer, teratologischer sowie infektiöser Genese durchgeführt wurde. Das durchschnittliche Operationsalter betrug 6.21 Jahre. Aufgrund der Altersverteilung zum Operationszeitpunkt erfolgte eine Aufschlüsselung des Patientenkollektivs in drei Altersgruppen, Gruppe I (0 - 3 Jahre), Gruppe II (4 – 8 Jahre) und Gruppe III (9 – 18 Jahre). Zu den drei Zeitpunkten T1 (präoperativ), T2 (postoperativ) und T3 (Nachuntersuchung) lagen Beckenübersichtsaufnahmen vor, die hinsichtlich der Winkelparameter AC – Winkel nach Hilgenreiner, CE – Winkel nach Wiberg, ACM – Winkel nach Idelberger und Frank, CCD – Winkel nach Müller, KE – Winkel Jäger und Refior sowie bezüglich des Hüftwertes nach Busse und Schulze und Schneider ausgewertet wurden. Darüber hinaus wurden Arthroseparameter und Hüftkopfdeformierungen erfasst, als Qualitätsindex der Röntgenbilder diente der Drehquotient nach Tönnis und Brunken. Das klinisch – funktionelle Ergebnis wurde mithilfe des Harris – Hip – Score, des Score nach Merle d'Aubigné und Postel, des Gao – Score sowie der Funktionsbeurteilung nach Tönnis bewertet. In der statistischen Aufarbeitung der Daten wurden sowohl signifikante Gruppenunterschiede zu den drei Messzeitpunkten T1, T2 und T3 als auch Unterschiede im dynamischen Verlauf der Parameter in Form von Veränderungswerten von präoperativ bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt hin beleuchtet. Ein direkter Vergleich der radiologischen Langzeitergebnisse der vorliegenden Arbeit mit denen anderer Studien wurde zum Teil durch die inhomogenen Patientenkollektive, die häufig geringen Nachuntersuchungsraten und die großen Schwankungsbreiten im Nachuntersuchungszeitraum erschwert. In der Diskussion wurden die Ergebnisse den Auswertungen alternativer Korrekturverfahren gegenübergestellt, wobei sich letztendlich oft jedoch nur Teilaspekte aufgrund der bereits angeführten Unterschiede vergleichen ließen.



Besonderes Augenmerk galt dabei der Frage, ob die DVO einen pfannenverbessernden Effekt ausüben kann und wie hoch das Auftreten so genannter Restdysplasien ist. Insgesamt wurden gute bis sehr gute Ergebnisse in den verwendeten Scores und Bewertungsschemata erzielt, so hatten im Mittel 81.6 % der Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt sehr gute Werte im Harris – Hip – Score, 98.7 % im Score nach Merle d'Aubigné und Postel und 63.2 % im Score nach Gao. In der klinischen Gesamtbewertung nach Tönnis hatten 65.9 % der Patienten sehr gute Punktwerte. Die Altersgruppen I und II erreichten bessere Ergebnisse als die der Gruppe III. Die Komplikationsrate scheint mit 21.05 % in unserem Patientenkollektiv erhöht, jedoch handelt es sich hierbei in über der Hälfte der Fälle um Korrekturingriffe im Bereich der Narbe. Postoperative Lungenembolien oder Beinvenenthrombosen wurden in keinem Fall beschrieben. Bei drei Patienten (7.9 %) kam es zu Wundheilungsstörungen. Die mittlere Op – Zeit betrug 23.4 Min pro Hüftgelenk, insgesamt vier der 38 Patienten wurden schon damals einzeitig bds. ambulant operiert. Durch die intertrochantäre DVO nach Bernbeck konnte der AC – Winkel nicht in den von Tönnis geforderten 10° - Normalbereich überführt werden, in lediglich 14.23 % der Fälle kam es zu einer Verbesserung auf durchschnittlich 12.97° links und 14.27° rechts. Insgesamt 6.76 % der Hüftgelenke konnten einen physiologischen CE – Winkel erreichen (durchschnittlich links 20.29° und rechts 17.81°), dementsprechend sind 93.24 % aller Gelenke mehr oder weniger dezentriert mit pathologischen CE - Winkeln zwischen Grad zwei und vier nach Tönnis. Der ACM – Winkel pendelt sich nach DVO im Mittel links bei 48.24° und rechts bei 49.22° ein, erreicht somit aber ebenfalls nicht den von Tönnis geforderten Mittelwert von 45°. In 45.95 % der Fälle konnten normale Werte erreicht werden. Zum Nachuntersuchungszeitpunkt haben insgesamt 62.16 % der Patienten Hüftwerte im pathologischen Bereich, wobei 35.13 % dritt- bis viertgradig pathologisch verändert sind. Durch die DVO kann letztendlich nur eine prozentuale Verbesserung von 17 % erzielt werden. Die schlechte Entwicklung des Hüftwertes in unserem Kollektiv mit einer Dysplasierate von über 60 %, rekrutiert sich vor allem aus der schlechten Überdachung des Hüftgelenkes, ausgedrückt durch den CE – Winkel und durch eine persistierende Dezentrierung der Gelenke in knapp der Hälfte der Fälle. Mit 124.03° links und 122.89° rechts liegen 87.84 % aller CCD – Winkel im Normalbereich. Die Revalgisierung war in unserem Kollektiv, wie bereits von Refior und Hackenbroch

(1969), Reichelt und Hansen (1975) oder Schittich et al. (1995) beschrieben, stark vom Operationsalter abhängig. So betrug die Revalgisierungsrate in der Altersgruppe I 34.62 % und war damit im Gegensatz zu den Spätosteotomierten auf das Achtfache erhöht. Auch konnte in dieser Gruppe eine vermehrte „Kopf – im Nacken – Lage“, ausgedrückt durch pathologische KE – Winkel beobachtet werden. Eine Hüftkopfnekrose beobachteten wir in 9.21 % der nachuntersuchten Hüftgelenke, wobei der Anteil schwerer Nekrosen 3.95 % betrug (Grad 2-4). Der überwiegende Anteil wies Deformierungen Grad I auf. Insgesamt 45.33 % aller Gelenke zeigten im Röntgenbild arthrotische Veränderungen, wobei diese in nur 4 % der Fälle schwerwiegend waren. Wie sich gezeigt hat, ist die Hüft dysplasie ein Krankheitsbild, in dem sich verschiedenste pathogen wirkende Mechanismen manifestieren. Dies kann Veränderungen der Pfanne als auch des Schenkelhalses allein oder in Kombination betreffen. Praktisch bedeutsam ist letztendlich die Pfannendysplasie, sie muss deshalb in den Vordergrund der therapeutischen Bemühungen gerückt werden. Die klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse alternativer und heute gebräuchlicher Korrektur Eingriffe am Pfannendach sind überwiegend besser als die unserer Patienten. Das in dieser Arbeit ermittelte Korrekturpotential der DVO nach Bernbeck am dysplastischen Hüftgelenk konnte lediglich in der Altersgruppe I beobachtet werden, dies deckt sich insgesamt mit den Ergebnissen in der Literatur. Ob dies nicht auch im Spontanverlauf der Fall gewesen wäre, lässt sich bei fehlendem Kontrollkollektiv abschließend nicht beantworten. Auch die klinischen Ergebnisse der älteren Patienten waren schlechter als die der jüngeren Patienten. Die Ergebnisse haben darüber hinaus gezeigt, dass auch die Schwere der präoperativen Deformität Einfluss auf das Langzeitergebnis hat und Veränderungswerte hier entsprechend am größten waren. Bei 37 Patienten konnte eine klinisch manifeste Arthrose durch die DVO zumindest bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt verhindert werden, lediglich bei einem Patienten erfolgte frühzeitig der Gelenkersatz. Vor dem Hintergrund der heute vorliegenden Erkenntnisse über die Therapie der angeborenen Hüftreifungsstörung sollte die Indikation zur alleinigen DVO nicht mehr gestellt werden. Trotz der guten klinischen Langzeitergebnisse der DVO in der modifizierten Technik nach Bernbeck kann sie radiologisch, vor allem im Hinblick auf eine ausbleibende Verbesserung des hypoplastischen Acetabulums, nicht überzeugen.

## 8. Literaturverzeichnis

1.

**Anders, G., Siedek, S.** (1982). "Nachuntersuchungsergebnisse nach Varisations Derotations-Osteotomien bei Hüftdysplasie." *Z. Orthop.* 120 (F. Enke- Verlag Stuttgart): 105-112.

2.

**Anders, G., Thelen, E., Schmitt, O.** (1985). "Die Entwicklung des CCD-Winkels nach Detorsions- und Varisierungsosteotomien in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren. In : *Tönnis, D. (Hrsg.): Die operative Behandlung der Hüftdysplasie - Technik und Ergebnisse.*" Bücherei des Orthopäden Band 44 (F. Enke- Verlag Stuttgart) 117ff.

3.

**Andersson, J. E., Vogel, I., Uldbjerg N.** (2002). "Serum 17 beta-estradiol in Newborn and neonatal hip instability." *J. Pediatr. Orthop.* 22 (1): 88 - 91.

4.

**Ansel, B., Bätzner, K., Kessler, K.** (1962). "Frühergebnisse der intertrochanteren Schrägosteotomie bei Fehlstellung des koxalen Femurendes nach angeborener Hüftverrenkung." *Ach. Orthop. Unfall-Chir.* 54: 40ff.

5.

**Arnold, P., Jani, L.** (2003). "Die Beckenosteotomie nach Salter." In : *Reichel, Krauspe (Hrsg.) : Langzeitergebnisse in der Kinderorthopädie (Steinkopff-Verlag)*

6.

**Baeyer, H.** (1918). "Operative Behandlung von nicht reponierten angeborenen Hüftverrenkungen." *Münch. Med. Wschr.* 65: 1218.

7.

**Bartelt, H.** (1963). "Die intertrochantere Drehsoteotomie zur Korrektur der pathologischen Antetorsion und Coxa-valga-Stellung bei angeborenen Luxationshüfte." *Inaugural - Dissertation (München).*

8.

**Barton, J.** (1827). "On the Treatmant of Ankylosis by the Formation of Artificial Joints new Operations." *North. Amer. Med. Surg. J.* 1.

9.

**Becker, F.** (1958). "Beschreibung einer einfachen Klammer zur Erleichterung der subtrochanteren Osteotomie, insbesondere der Detorsionsosteotomie." *Z. Orthop.* 89: 125.

10.

**Behrens, K., Anders, G.** (1985). "Die Hüftkopfnekrose als Komplikation der Becken- und intertrochanteren Detorsions - Varisierungsosteotomie und ihre Auswirkung auf die Entwicklung des Pfannendaches." In : *Die operative Behandlung der Hüftdysplasie - Technik und Ergebnisse ( Hrsg. Tönnis, D. ) (F. Enke- Verlag Stuttgart) 283-309.*

11.

**Bergmann, C.** (2004). "Biomechanik." *Orthopädie und orthopädische Chirurgie*, Tschauener C. (Hrsg.) 1. Auflage (Georg Thieme Verlag): 17 - 28.

12.

**Bernau, A., Buckup, K.** (1999). "Röntgenuntersuchung und Arthrographie des Hüftgelenkes beim Säuglings- und Kleinkindalter, In: *Konermann, W., Gruber, G., Tschauener, C. (Hrsg.): Die Hüftreifungsstörung*, Steinkopff Verlag, 1999." 199ff.

13.

**Bernbeck, R.** (1949). "Die pathologische Femurtorsion und Coxa valga - ihre operative Beseitigung durch intertrochantere Schrägosteotomie." *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 78 Heft 3 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 303-313.

14.

**Bernbeck, R.** (1951). "Bisherige klinische Erfahrungen mit der operativen Lange Stellung bei Luxationshüften." *Verh. Dtsch. Orthop. Ges.* 39: 255.

15.

**Bernbeck, R.** (1962). "Zur Genese, Diagnostik und Korrektur der pathologischen Torsionsverhältnisse am Beinskelett." *Beilagenheft. Z. Orthop.*: 155-166.

16.

**Bernbeck, R.** (1974). "Zur Altersindikation und Osteosynthesetechnik der intertrochanteren Derotations-Varisierungs-Osteotomie bei Hüftluxationskindern." *Z. Orthop.* 112: 675-678.

17.

**Bernbeck, R., Sinios, A.** (1975). "Vorsorgeuntersuchungen des Bewegungsapparates im Kindesalter." (*Urban & Schwarzenberg*).

18.

**Bird, H. A.** (1979). "Joint Laxity." *Reports on Rheumatic Diseases* 68.

19.

**Blamoutier, A., Carlitz, H.** (1995). "Die Salter-Osteotomie in der Behandlung der Hüftdysplasie." In : *Stücker, R., Reichelt, A. (Hrsg.) Die kindliche Hüfte, Hüftdysplasie - Morbus Perthes (Sympomed München)*: 34-43.

20.

**Bohatyrewiz, A.** (1992). "Mathematical model of oblique three-dimensional intertrochanteric detorsion varus-forming osteotomy of the femur by the Bernbeck method in surgical treatment of congenital hip dysplasia in children." *Ann. Acad. Med. Stettin* 38: 113-124.

21.

**Bombelli, R., Arsizio, B.** (1985). "Die biomechanische Bedeutung der Coxa valga in Abhängigkeit von der Dysplasie des Acetabulums." *Z. Orthop.* 123 (F. Enke- Verlag Stuttgart): 452-455.

22.

- Bombelli, R., Bombelli, M.** (1995). "Dysplastic osteoarthritis of the hip in Epidemiology of osteoarthritis of the hip." *J. Bone Joint Surg. Br.* 77(JBJS.ORG): 141.
23.  
**Böhm, P., Brzuske, A.** (2002). "Salter Innominate Osteotomy for the Treatment of Developmental Dysplasia of the Hip in Children." *J. Bone Joint Surg. Am.* 84, Nr. 2 (JBJS.ORG): 178-186.
24.  
**Brinckmann, P., Frobin, W., Hierholzer, E.** (1980). "Belastete Gelenkfläche und Beanspruchung des Hüftgelenkes." *Z. Orthop.* 118: 107-115.
25.  
**Broughton, N. S., Broughton, D. I., Cole, W. G., et al.** (1989). "Reliability of radiological measurements in the assessment of the child's hip." *J. Bone Joint Surg. Br.* 71 (JBJS ORG.): 6-8.
26.  
**Browne, D.** (1936). "Congenital deformities of mechanical origin." *Proc. T. Soc* 29: 1409.
27.  
**Brückl, R., Hepp, W. R., Tönnis, D.** (1972). "Eine Abgrenzung normaler und dysplastischer jugendlicher Hüftgelenke durch den Hüftwert." *Arch. orthop. Unfall Chir.* 74 (J. F. Bergmann München): 13-32.
28.  
**Brückl, R.** (1989). "Meßwerte des Röntgenbildes als Entscheidungshilfe zur Operationsindikation bei der jugendlichen Dysplasiehüfte." *Orthop. Praxis* 13: 381-382.
29.  
**Brückl, R., Rosenmeyer, B., Stotz, S., Heimkes, B., Tritschler, A.** (1986). "Langzeitverlaufsbeobachtungen der kongenitalen Hüftdysplasie mit Hilfe des Hüftwertes." *Spätergebnisse in der Orthopädie (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg)*: 261 ff.
30.  
**Bruns, H., Fischer, V., Matzen, K.** (1975). "Die Revalgisierung nach intertrochanterer Varisierungsosteotomie im Kleinkindesalter." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 81: 273-278.
31.  
**Brüning, K., Heinecke, A., Tönnis, D.** (1988). "Langzeitergebnisse der Azetabuloplastik." *Z. Orthop.* 126 (F. Enke- Verlag Stuttgart): 266-273.
32.  
**Bullinger, M., Kirchberger, I.** (1998). "SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand." (Hogrefe-Verlag Göttingen).
- 33.

**Busse, J., Gasteiger, W., Tönnis, D.** (1972). "Die Bedeutung des Hüftwertes für die Diagnose und Prognose deformierter Hüftgelenke." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 72 (J. F. Bergmann München): 245-252.

34.

**Busse, J., W. Gasteiger, D. Tönnis** (1972). "Eine neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung eines Hüftgelenkes - Der Hüftwert-." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 72 (J. F. Bergmann München).

35.

**Carter, C., Wilkinson, J.** (1964). "Persistent Joint Laxity and congenital Dislocation of the Hip." *J. Bone Joint Surg. Br.* 46: 40-5.

36.

**Chiari, K.** (1976). "Geschichte und aktuelle Indikation der pfannenbildenden Eingriffe am Hüftgelenk." *Unfall.-Chir.* 86: 67-76.

37.

**Chiari, K.** (1955). "Ergebnisse mit der Beckenosteotomie als Pfannendachplastik." *Z. Orthop. (F. Enke- Verlag Stuttgart)* 87: 14.

38.

**Colemann, S.** (1974). "The incomplete pericapsular (Pemberton) an innominate (Salter) osteotomies. A complete analysis." *Clin. Orthop.* 98: 116-123.

39.

**Cooperman, D. R., Wallensten, R., Stulberg, S.D.** (1983). "Acetabular dysplasia in the adult." *Clin. Orthop. Relat. Res.* 175: 79-85.

40.

**Debrunner, H. U.** (1975). "Studien zur Biomechanik des Hüftgelenkes 1. Ein neues Modell für die Berechnung der Hüftbelastung." *Z. Orthop.* 113: 377-388.

41.

**Debrunner, A. M.,** (Hrsg.) (1990). "Langzeitresultate in der Orthopädie." (F. Enke-Verlag Stuttgart, 1990).

42.

**De Kleuver, M., Kapitein, P., Kooijman, M., Limbeek, J., Pavlov, P., Veth, R.** (1999). "Acetabular coverage of the femoral head after triple pelvic osteotomy." *Acta Orthop Scand* 70 (6): 583-588.

43.

**Dega, W.** (1964). "Schwierigkeiten in der chirurgischen Reposition der veralteten kongenitalen Subluxation des Hüftgelenkes bei Kindern." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 11: 642 - 670.

44.

**Dega, W.** (1973). "Entwicklung und klin. Bedeutung der dysplastischen Hüftgelenkspfanne." *Orthopäde* 2: 202 - 218.

45.

**Dippert, R.** (1981). "Die operative Behandlung der dysplastischen Hüftluxation im Kindesalter Ergebnisse der Derotations-Varisierungs-Osteotomie." Inaugural - Dissertation (München).

46.

**Dogonadse, M. A., Kandelaki, T. A., Bolkwadse, T. W.** (1974). "Der Östrogenstoffwechsel bei der angeborenen Hüftluxation." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 21: 100 - 159.

47.

**Domzalski, M., Synder, M., Drobniewski, M.** (2004). "Long-term outcome of Surgical treatment of developmental dysplasia of the hip using the Dega and Salter method of pelvic osteotomy with simultaneous intratrochanteric femoral osteotomy." *Ortop Traumatol Rehabil* 28: 44-50.

48.

**Doyle, S. M., Bowen, J. R.** (1999). "Types of persistent dysplasia in congenital dislocation of the hip." *Acta Orthop Belg* (65 (3)): 266-76.

49.

**Dunn, P. M.** (1976). "The anatomy and pathology of the congenital dislocation of the hip." *Clinical Orthopaedics* 119: 23 - 27.

50.

**Duparc, J.** (2005). "Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie, Beckenring und Hüfte." 1. Auflage (*Urban und Fischer-Verlag, München Jena*): 141.

51.

**Dürschmidt, V.** (1981). "Die Luxationshüfte als präarthrotische Deformität." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 28: 337-342.

52.

**Dürschmidt, V.** (1982). "Der negative azetoplastische Effekt der intertrochanteren Rotations- Varisations- Osteotomie (IRVO)." *Z. Orthop.* 120 (*F. Enke-Verlag Stuttgart*): 860-864.

53.

**Dutoit, M., Moulin, P., Morscher, E** (1989). "Osteotomie innominee de Salter 20 ans apres..." *Chir. Pediatr.* 30: 277-283.

54.

**Engelhardt, P.** (1984). "Die Entwicklung des Antetorsionswinkels nach Detorsions-Varisierungsosteotomie in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren In :*Tönnis, D. (Hrsg.): Die operative Behandlung der Hüftdysplasie - Technik und Ergebnisse.*" *Bücherei des Orthopäden Band 44 (F. Enke- Verlag Stuttgart)* 140ff.

55.

**Engelhardt, P.** (1988). "Die Bedeutung des Zentrumeckenwinkels zur Prognose der Dysplasiehüfte 50 Jahre nach der Erstbeschreibung durch G. Wiberg." *Orthopäde* 17: 463-467.

56.

**Eulert, J., Behrens, K., Buschbaum, L., Immenkamp, M., Jani, L.** (1985). "Die Entwicklung der dysplastischen Hüftgelenkpfanne nach verschiedenen Beckeneingriffen mit und ohne Femurosteotomie." In : *Die operative Behandlung der Hüftdysplasie - Technik und Ergebnisse* ( Hrsg. Tönnis, D. ) (F. Enke-Verlag Stuttgart) 181ff.

57.

**Exner, G. U.** (1987). "Entwicklung der Femurkopffossifikation bei der Hüftgelenksdysplasie und Hüftgelenksluxation." *Z. Orthop.* 125 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 657-663.

58.

**Exner, G. U., Kern, S. M.** (1994). "Spontanverlauf milder Hüftdysplasien vom Kleinkindes- bis ins Erwachsenenalter." *Orthopäde* 23 (Springer-Verlag): 181-184.

59.

**Falliner, A., Hahne, H.-J.** (1998). "Die so genannte angeborene Hüftgelenkluxation - Entwicklung von Häufigkeit, Diagnose und Therapie in den letzten sieben Jahren." *Z. Orthop.* 136 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 487-491.

60.

**Fettweis, E.** (1992). "Das kindliche Hüftluxationsleiden." *Fortschritte in Orthopädie und Traumatologie Band 3*.

61.

**Fischer, T.** (1983). "Was leistet die Varisierungsosteotomie bei der Behandlung der Hüftdysplasie des 6- bis 12- jährigen Kindes." *Inaugural – Dissertation (Würzburg)*.

62.

**Francillon, M. R.** (1934). "Zur Dosierung der hochdiaphysären Osteotomien bei irreponiblen kongenitalen Hüftgelenksluxationen." *Z. Orthop. Chir.* 62: 71.

63.

**Franchin, F., Patella, V., Moretti, B., Losito, A.** (1990). "Derotation osteotomy in the treatment of congenital dislocation of the hip: a review of long-term results." *Ital. J. Orthop. Traumatol.* 16(4): 481-490.

64.

**Fritsch, E. W., Schmitt, E., Mittelmeier, H.** (1996). "Radiographic Course After Acetabuloplasty and Femoral Osteotomy in Hip Dysplasia." *Clinical Orthopaedics And Related Research* 323 (Lippincott Williams & Wilkins.): 215-225.

65.

**Ganz, R., Klaue, K., Vinh, T. S., Mast, J. W.** (1988). "A new periacetabular Osteotomy for the treatment of the hip dysplasia. Technique and preliminary results." *Clin. Orthop.* 232: 26-36.

66.

**Gao, G. X., Liang, D., Wang, C. W., Fan, Y., Zhang, Y. Y.** (1988). "Acetabuloplasty for congenital dislocation of the hip in children." *Arch. Orthop. Trauma. Surg.*



107 (Springer -Verlag): 42-46.

67.

**Glogowski, G.** (1962). "Die Pathophysiologie des oberen Femurendes." (F. Enke-Verlag Stuttgart).

68.

**Graf, R.** (1990). "Sonographie der Säuglingshüfte." *Z. Orthop.* 128 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 355.

69.

**Graf, R.** (2004). "Das Hüftgelenk - vom Säugling bis zur Endoprothese." *Journal für Mineralstoffwechsel* 11 (Krause & Pachenegg GmbH, Verlag für Medizin und Wissenschaft): 12-21.

70.

**Graßhoff, H., Wolter, J. C., Wolf, G.** (2003). "Langzeitergebnisse der perikapsulären Iliumosteotomie bei der Hüftdysplasie." *Orthopädische Praxis* 41 (ML Verlag): 126-129.

71.

**Grudziak, J. S., Ward, W. T.** (2001). "Dega Osteotomy for the Treatment of Congenital Dysplasia of the Hip." *J. Bone Joint Surg. Am.* 6 (JBJS. ORG): 845-854.

72.

**Guille, J., Edilson, F., Jay Kumar, S., Mac Ewen, G.**, (1992). "Triple osteotomy of the innominate Bone in Treatment of developmental Dysplasia of the hip." *J. Pediatr. Orthop.* 12: 718-721.

73.

**Hackenbroch, M. H., Refior, H. J., Schöbel, R.** (1974). "Spätergebnisse der Bernbeck'schen intertrochanteren Femur-Osteotomie." *Orthopädische Praxis* 10 (Baden-Badener Reihe für ärztliche Fortbildung): 576-580.

74.

**Hackenbroch, M. H.** (2001). Teils angeborene, teils erworbene Erkrankungen des Hüftgelenks, *C. J. Wirth Praxis der Orthopädie, Band II: Operative Therapie.* (Georg Thieme Verlag Stuttgart). 3: 446-453.

75.

**Haddad, R. J., Cook, S.D., Brinker, M.R.** (1990). "A comparison of three varieties of noncemented porous-coated hip replacement." *J. Bone Joint Surg. Br.* 72: 2-8.

76.

**Hadley, N. A., Brown, T.D., Weinstein, S.L.** (1990). "The effects of contact pressure elevations and aseptic necrosis on the long-term outcome of congenital hip dislocation." *J. Orthop. res.*(8(4)): 504-513.

77.

**Hartmann, M.** (1995). "Die Therapie der kongenitalen Hüft dysplasie mittels derotierender und varisierender intertrochanterer Osteotomie." *Inaugural Dissertation (Düsseldorf)*.

78.

**Harris, N. H.** (1969). "Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: Treatment by Mold arthroplasty. An end result study using a new method of result evaluation." *J. Bone Joint Surg. Am.* 51(JBJS.ORG): 137-755.

79.

**Haverkamp, D., Marti, R.K.** (2006). "Bilateral varus osteotomies in hip deformities: are early interventions superior? : A long-term follow-up." *Int. Orthop.* 17: Epub ahead of print.

80.

**Hefti, F.** (1997). "Kinderorthopädie in der Praxis." 1. Auflage (Springer-Verlag).

81.

**Heine, J., Felske - Adler, C., von Recklinghausen, P.** (1987). "Pfannendachrekonstruktion bei Hüft dysplasie." *Bücherei des Orthopäden Band 50 (F. Enke-Verlag, Stuttgart)*.

82.

**Hilgenreiner, H.** (1925). "Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung." *Med. Klin* 21: 1385-8.

83.

**Hille, E., Schulitz, K.-P., Stein, W., Winkelmann, W.** (1981). "Ist die Operation nach Chiari im Kindesalter indiziert ?" In : *Fries, G. und Tönnis, D. (Hrsg.) : Hüftluxation und Hüft dysplasie im Kindesalter. Medizinische Literarische Verlagsgesellschaft (Uelzen)*.

84.

**Hoegh, J., Macnicol, M.F.** (1987). "The Chiari pelvic osteotomy -a long term review of clinical and radiographic results." *J. Bone Joint Surg. Br.* 69-B: 365-373.

85.

**Holz, U.** (1996). "Indikation zur Umstellungsosteotomie bei Coxa valga." *Deutsche Medizinische Wochenschau* 121: 113.

86.

**Hsin, J., Saluja, R., Eilert, R.E., Wiedel, J.D.** (1996). "Evaluation of the Biomechanics of the Hip following a Triple Osteotomy of the Innominate Bone." *J. Bone Joint Surg. Am.* 78: 855-962

87.

**Huang, S. C., Wang, J. H.** (1997). "A comparative study of non-operative versus operative treatment of developmental dysplasia of the hip in patients of walking age." *J. Pediatr. Orthop.* 17: 181-188.

88.

**Huber, W.** (1963). "Wandlungen in der Behandlung der angeborenen

Hüftgelenksverrenkung." *Z. Orthop.* 97 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 32.

89.

**Idelberger, K., Frank, A.** (1952). "Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels bei Jugendlichen und Erwachsenen." *Z. Orthop.* 98 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 571.

90.

**Idelberger, K.** (1959). "Lehrbuch der Chirurgie und Orthopädie des Kindesalters. Bd. 3. Orthopädische Erkrankungen des Kindesalters." 1. Auflage (Springer-Verlag).

91.

**Idelberger, K.** (1978). "Lehrbuch der Orthopädie." 3 Auflage (Springer - Verlag): 239 – 252

92

**Ihme, N., Schmidt-Rohlfing, B., Lorani, A., Niethard, F. U.** (2003). "Die konservative Therapie der angeborenen Hüftdysplasie und -luxation." *Orthopäde* 32 (Springer - Verlag): 133-138.

93.

**Imhäuser, G.** (1955). "Die operative Behandlung der pathologischen Antetorsion am koxalen Femurende." *Z. Orthop.* 85 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 395.

94.

**Izadpanah, M.** (1975). "Beckenosteotomie nach Salter zur Behandlung der kongenitalen Hüftluxation und Subluxation." *Z. für Orthop. u. Grenzgeb.* 113: 295.

95.

**Izumida, R.** (1992). "A radiological measurements of growing hip joint in 4,000 normal children." *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 66: 448-59.

96.

**Jäger, M., Refior, H. J.** (1974). "Der Kopfeiphysenwinkel." *Orthopädische Praxis* 10 (Baden-Badener Reihe für ärztliche Fortbildung): 32.

97.

**Jani, L.** (1966). "Spätergebnisse der Bernbeck'schen Drehvarisierungsosteotomie." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 66.

98.

**Jani, L., Warner, H.** (1969). "Die Wiederaufrichtung des Schenkelhalses nach Derotationsvarisierungsosteotomie." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 66 (J. F. Bergmann München): 49-56.

99.

**Jani, L.** (1973). "Die intertrochantere Derotations-Varisations-Osteotomie bei der kongenitalen Hüftluxation und- subluxation." *Jahreskongress Schweizer Ges. für Orthopädie* 18 u. 19.5.

100.

**Jani, L.** (1985). "Die Beckenosteotomie nach Salter." In : Tönnis D. (Hrsg.) : Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik, Ergebnisse, *Bücherei des Orthopäden Band 44* (F. Enke-Verlag, Stuttgart): 283-288.

101.

**Jani, L., Arnold, P.** (1999). Beckenosteotomien und operative Korrektur des proximalen Femurs im Kleinkind- und Vorschulalter, In: *Konermann, W., Gruber, G., Tschauner, C. (Hrsg.) :Die Hüftreifungsstörung.* (Steinkopff Verlag Darmstadt): 445-458.

102.

**Jansen, M.** (1925). "Platte Hüftpfanne und ihre Folgen, Coxa plana, valga, vara und malum coxae." *Z. Orthop. Chir.* 46: 2.

103.

**Kaiser, G.** (1956). "Die verstärkte Antetorsion des proximalen Femurendes bei der angeborenen Hüftluxation und ihre Behandlung." *Arch. Orthop. Unfall-Chir.* 48: 17.

104.

**Katthagen, B.-D., Mittelmeier, H., Becker, D.** (1988). "Häufigkeit und stationärer Behandlungsbeginn kindlicher Hüftgelenksluxationen in der BRD." *Z. Orthop.* 126: (F. Enke-Verlag Stuttgart): 475-483.

105.

**Katthagen, B.-D., Bonmann, R., Storch, K.-J.** (2005). "Azetabuloplastik im Kindesalter." In : Jerosch, J. (Hrsg.) : *Fortbildung Orthopädie-Traumatologie-Hüfte 11* (Steinkopff Verlag Darmstadt): 32-40.

106.

**Kim, H. T., Wenger, D. R.** (1997). "The Morphology of Residual Acetabular Deficiency in Childhood Hip Dysplasia: Three-Dimensional Computed Tomographic Analysis." *J. Pediatr. Orthop.* 17 (Raven Press, Ltd., New York): 637-647.

107.

**Kerschbaumer, F., Bauer, R.** (1985). "Differential indications for pelvic osteotomy in children and adolescents." *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 123: 473-476.

108.

**Kirmisson, E.** (1894). "De l'osteotomie sous-trochanterienne appliquee a certain cas de luxation de la hanche." *Revue de Chirurgie Orthopedique* 5: 137.

109.

**Kleine, L.** (1975). "Nachuntersuchung von kongenitalen Hüftdysplasien nach intertrochanterer Varisations- und Derotationsosteotomie." *Z. f. Orthop. Chir.* 94: 266-286.

110.

**Kliscic, P.** (1989). "Congenital dislocation of the hip- a misleading term." *J. Bone Joint Surg. Br.* (136) 11.

111.

**Kooijman, M. A. P., Anders, G.** (1985). "Komplikationen bei und nach Detorsions – Varisierungsosteotomien und Beckenosteotomien." In : *Die operative Behandlung der Hüft dysplasie - Technik und Ergebnisse* ( Hrsg. Tönnis, D. ) (F. Enke-Verlag Stuttgart):278-282.

112.

**Konermann, W., Gruber, G., Tschauner, C.** (Hrsg.) (1999). Die Hüftreifungsstörung, (Steinkopff Verlag Darmstadt)

113.

**König, G., Veigel, B.** (1975). "Behandlungsergebnisse kindlicher Hüft dysplasien mit intertrochanteren Varisations- und Detorsions-Osteotomie." *Therapiewoche* 25: 492.

114.

**König, F.** (1891). "Bildung einer knöchernen Hemmung für den Gelenkkopf bei der kongenitalen Luxation." *Zentrabl. Chir.* 17: 146-170.

115.

**Krämer, K. L., Maichl, F. P.** (1993). Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie, (Georg Thieme Verlag Stuttgart New York) 1993.

116.

**Krauspe, R., Korn, S.** (1993). "Die Entwicklung des Azetabulums nach Beckenosteotomie im Wachstumsalter." *Orthop. Praxis* 29: 126-130.

117.

**Krauspe, R.** (1999). "Hüftpfannenschwenkung durch Dreifachosteotomie des Beckens nach Tönnis, In:Konerman, W., Gruber, G., Tschauner, C. (Hrsg): *Die Hüftreifungsstörung.*" (Steinkopff-Verlag, Darmstadt): 459 ff.

118.

**Kummer, B.** (1986). "Biomechanische Grundlagen der Statik des Hüftgelenkes, Kritische Stellungnahme zu einer neuen Theorie." *Z. Orthop.* 124 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 179-187.

119.

**Kummer, B.** (1985). "Biomechanische Aspekte der Luxationshüfte I." *Orthopäde* 123: 443-462.

120.

**Kummer, B.** (1988). "Biomechanische Aspekte der Luxationshüfte II." *Orthopäde* 17: 452-169.

121.

**Kummer, B.** (1991). "Die klinische Relevanz biomechanischer Analysen der Hüftregion." *Z. Orthop.* 129 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 285-294.

122.

**Küsswetter, W., de Pellegrin, M.** (1990). "Die Salter'sche Beckenosteotomie als hüftpfannenverbessernder Eingriff." *Operat. Orthop. Tarumatol.* 2: 281-291.

123.

**Lack, W., Windhager, R., Kutschera, H.P., Engel, A.** (1991). "Ciari pelvic Osteotomy for osteoarthritis secondary to hip dysplasia." *J. Bone Joint Surg. Br.* 73 B: 229-234.

124.

**Lange, M.** (1958). "Die Rotationsosteotomie als prophylaktische Maßnahme zur Verbesserung der Behandlungsergebnisse der angeborenen Hüftverrenkung." *Med. Klin.* 53: 566.

125

**Langhagel, J.** (1956). "Zur operativen Inversionsstellung des Hüftgelenkes." *Z. Orthop.* 87 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 214.

126.

**Lanz, T. v.** (1950). "Anatomische und entwicklungsgeschichtliche Probleme am Hüftgelenk." *Beilagenheft. Z. Orthop.* 79 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 17-40.

127.

**LeCoer, P.** (1965). "Osteotomie isthmique de bascule." In : *Chapchal, G. (ed) Internationales Symposium über Beckenosteotomie / Pfannendachplastik (Thieme-Verlag Stuttgart).*

128.

**Legal, H.** (1985). "Osteotomien an der Dysplasiehüfte des Erwachsenen - Planung unter Berücksichtigung einer differenzierten biomechanischen Berechnung." *Z. Orthop.* 123 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 465-469.

129.

**Lenz, G. P., Mourani, M.** (1997). "Operative Therapie im Kindesalter, In: *Tschauner, C. (Hrsg.): Die Hüfte.*" 1. Auflage (F. Enke-Verlag Stuttgart): 87ff.

130.

**Lequesne, M., Seze,de** (1961). "False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies." *Rev Rhum Mal Osteoartic* 28: 634-52.

131.

**Leveuf, J., Bertrand, P.** (1946). "Luxations et subluxations congenitales de la hanche." *Verlag Doin, Paris.*

132.

**Lindemann, K., Jentschura, G.** (1959). "Die Anwendung der Laschenschraube bei der hüftgelenksnahen Femurosteotomie." *Arch. Orthop. Unfall.* 46: 453.

133.

**Loder, R. T., Karol, L.A., Johnson, S.** (1993). "Influence of pelvic osteotomy on birth canal size." *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 112: 210.

134.

**Loew, M., Niethard, F. U., Schneider, E.** (1990). "Die prognostische Bedeutung klinischer und radiologischer Parameter für die Revalgisierung des Schenkelhalses nach intertrochanterer Derotations- Varisierungsosteotomie." *Z. Orthop.* 128 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 592-597.

135.

**Lorenz, A.** (1919). "Behandlung irreponibler Hüftverrenkungen oder Schenkelhalsfrakturen (Bifurkation des oberen Femurendes)." *Wien. Klin. Wschr.* 32: 997.

136.

**Lorenz, A.** (1920). "Die sogenannte angeborene Hüftluxation." (F. Enke-Verlag Stuttgart).

137.

**McCarthy, J. J., Fox, J. S., Gurd, A. E.** (1996). "Innominate osteotomy in Adolescents and adults who have acetabular dysplasia." *J. Bone Joint Surg. Am.* 78: 1455-1461.

138.

**Massie, W. K., Horworth, M.B.** (1950). "Congenital dislocation of the hip. Part I. Method of grading results." *J. Bone Joint Surg. Am.* 32-A(3): 519-31.

139.

**Matthiessen, H. D.** (1993). "Dynamik des Wachstums im Pfannendach. In: Schilt, M., Lüdin, C.(Hrsg.): Angeborene Hüft dysplasie und- luxation vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen." *Proceedings Symposium Uni Zürich (SGUMS-SVUPP-Eigenverlag).*

140.

**Mau, C.** (1952). "Welche Möglichkeiten haben wir zur Verbesserung der Behandlungsergebnisse der angeborenen Hüftverrenkung." *Z. Orthop.* 82 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 166.

141.

**Mau, H.** (1965). "Zur Entstehung und Bauchliegebehandlung der sogenannten Säuglingsskoliose und der Hüft dysplasie im Rahmen des "Siebener-Syndroms"." *Z. Orthop.* 121 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 608 - 612.

142.

**Mayer, G., Zienert, B.** (1984). "Pericapsular ilium osteotomy using the Pemberton method." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 8 (31): 396-401.

143.

**Mellerowicz, H. H., Matussek, J., Baum, C.** (1998). "Long-term results of Salter and Chiari hip osteotomies in developmental hip dysplasia." *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 117 (Springer - Verlag): 222-227.

144.

**Merle d'Aubigné, R., Cauchoix, J., Ramadier, J. V.** (1949). "Evaluation chiffrée de

La fonction de la hanche. Application a l'étude des résultants des opérations mobilisatrices de la hanche." *Revue de Chirurgie Orthopedique* 35: 541-548.

145.

**Meurer, A., Eckhardt, A., von Recklinghausen, P.** (1994). "Die Indikation zur pericapsulären Iliumsoteotomie nach Pemberton." *Orthop. Praxis* 30: 614-617.

146

**Meznik, F., Salzer, M.** (1963). "Zur Technik der inneren Fixation nach intertrochanterer Osteotomie bei Kindern." *Z. Orthop.* 97 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 47-52.

147.

**Mittelmeier, H., Jäger, M.** (1969). "Ergebnisse der Antetorsionskorrektur bei der intertrochanteren Femurosteotomie dysplastischer Hüften im Kindesalter." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 65 (J. F. Bergmann München): 1-12.

148.

**Mittelmeier, H.** (1990). "Hüftchirurgie im Kleinkindesalter." *Z. Orthop.* 128 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 365-368.

149.

**Moulin, P., Morscher, E.** (1988). "Langzeitergebnisse der Becken-Osteotomie nach Salter." *Orthopäde* 17: 479-494.

150.

**Müller, M. E.** (1957). "Die hüftnahen Femurosteotomien." 1. Auflage (Thieme-Verlag Stuttgart).

151.

**Müller, M. E.** (1971). "Die hüftnahen Femurosteotomien." 2. Auflage (Thieme-Verlag Stuttgart).

152.

**Murray, K. A., Crim, J. R.** (2001). "Radiographic Imaging for Treatment and Follow - up of Developmental Dysplasia of the Hip." *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI* 22: 306-340.

153.

**Niethard, F. U., Puhl, W., Strauß, J.** (1985). "Die Entwicklung des Pfannendaches nach Detorsions-Varisierungsosteotomie." In : *Die operative Behandlung der Hüft dysplasie - Technik und Ergebnisse* ( Hrsg. Tönnis, D. ), (F. Enke-Verlag Stuttgart): 99ff.

154.

**Niethard, F. U., Lorani, A.** (2001). Angeborene Deformitäten des Hüftgelenkes, C. J. Wirth *Praxis der Orthopädie, Band I: Konservative Therapie.* (Georg Thieme-Verlag Stuttgart): 619-640.

155.



**Novacheck, T. F.** (1996). "Developmental dysplasia of the hip." *Pediatric Clinics of North America* 43(4): 829 - 848.

156.

**Odgen, J. A.** (1978). "Pathologic anatomy of congenital hip disease." Acetabular dysplasia, skeletal dysplasias in childhood (*Springer-Verlag*): 3 - 45.

157.

**Pothmann, M., Bonmann, R., Katthagen, B.D.** (2001). "Ergebnisse der Acetabuloplastik mit autoklavierten allogenen kortikospongiösen Knochenkeilen nach neun Jahren mit geschlossener Y-Fuge." *Langzeitergebnisse in der Kinderorthopädie, Vortrag Jubiläumssymposium der Orthopädischen Universitätsklinik Halle November 2001*.

158.

**Park-Reining, J.-S.** (1986). "Vergleichende Untersuchung zur Revalgisierung nach intertrochanterer, varisierender Umstellungsosteotomie im Kleinkindesalter bei angeborener Hüftdysplasie nach Osteosynthese mit Schanz'schen Schrauben und AO-Winkelplatte." *Inaugural Dissertation (Frankfurt)*.

159.

**Pauwels, F.** (1950). "Über die kausale Behandlung der Coxa valga luxans." *Z. Orthop.* 79 (*F. Enke-Verlag Stuttgart*): 328-329.

160.

**Pauwels, F.** (1973). "Kurzer Überblick über die mechanische Beanspruchung des Knochens und ihre Bedeutung für die funktionelle Anpassung." *Z. Orthop.* 111 (*F. Enke-Verlag Stuttgart*): 681-705.

161.

**Pemberton, P. A.** (1965). "Pericapsular osteotomy of the ileum for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip." *J. Bone Joint Surg. Am.* 47: 65-86.

162.

**Portinaro, N. M. A., Murray, D. W., Bhullar, T. P. S., et al.** (1995). "Errors in measurement of acetabular index." *J. Pediatr. Orthop.* 15 (*Raven Press, Ltd., New York*): 780-784.

163.

**Puhan, M. A., Woolacott, N., Kleijnen, J., Steurer, J.** (2003). "Observational studies on ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip in newborns - a systematic review." *Ultraschall in der Medizin* 24 (*F. Enke-Verlag Stuttgart*): 377-382.

164.

**Rab, G. T.** (1978). "Biomechanical aspects of Salter osteotomy." *Clin. Orthop.* 132: 82-87.

165.

**Refior, H. J., Hackenbroch, M. H.** (1976). "Die Indikation zur intertrochanteren Femurosteotomie aufgrund von Spätergebnissen." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 85: 369.

166.

**Reichel, F.** (1985). "Zur Operationstechnik der intertrochanteren varisierenden Osteotomie." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 32, Heft 4 (VEB Verlag Volk und Gesundheit Berlin): 173-179.

167.

**Reichel, F.** (1985). "Die Entwicklung der Koxarthrose nach intertrochanterer Osteotomie im Röntgenbild." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 32, Heft 4 (VEB Verlag Volk und Gesundheit Berlin): 180-185.

168.

**Reichel, H., Hauschild, M., Hein, W.** (1996). "Langzeitergebnisse nach Azetabuloplastiken mit kortikospongiösen Bankspänen bei Hüftdysplasien und luxationen." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 37: 468-474.

169.

**Reichelt, A., Hansen, L.** (1975). "Die Entwicklung des dysplastischen Hüftgelenkes nach intertrochanterer varisierender Drehosteotomie." *Z. Orthop.* 113 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 995-1004.

170.

**Richter, O.** (1992). "Der Einfluß der Intertrochanteren Derotations-Varisierungsosteotomie auf die Entwicklung des Pfannendachs bei angeborener Hüftgelenksluxation." *Inaugural – Dissertation (Marburg)*.

171.

**Rejholec, M., Stryhal, F.** (1991). "Behavior of the Proximal Femur During the Treatment of Congenital Dysplasia of the Hip : A Clinical Long-Term Study." *J. Pediatr. Orthop.* 11 (Raven Press, Ltd., New York): 506-513.

172.

**Rössler, H., Rüther, W.** (2000). "Orthopädie." 18. Auflage (Urban und Fischer - Verlag).

173.

**Rütt, J., Hackenbroch, M. H., Beutler, K. H.** (1986). "Spätergebnisse der intertrochanteren Femurosteotomie." In : *Blauth, W., Ulrich, H.-W. Spätergebnisse in der Orthopädie (Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - London - Paris - Tokio): 384-388.*

174.

**Saleh, J. M., O'Sullivan, M. E., O'Brien, T. M.** (1995). "Pelvic remodelling after Salter osteotomy." *J. Pediatr. Orthop.* 15:23

175.

**Salter, R. B.** (1961). "Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip in the older child." *J. Bone Joint Surg. Br.* 43: 518 - 537.

176.

**Salter, R. B., Dubos, J.-P.** (1974). "The first fifteen years personal experience with innominate osteotomy in the treatment of congenital and subluxation of the hip."

*Clinical Orthopaedics* 98: 72-103.

177.

**Schanz, A.** (1921). "Zur Behandlung der veralteten angeborenen Hüftverrenkung." *Verh. Dtsch. Orthop. Ges.* 16: 442.

178.

**Schede, F.** (1925). "Die Behandlung der veralteten Subluxation der Hüfte." *Verh. Dtsch. Orthop. Ges.* 20: 362.

179.

**Scherb, R.** (1922). "Subtrochantere Osteotomie bei der kongenitalen Hüftluxation." *Verh. Dtsch. Orthop. Ges.* 17: 156.

180..

**Schimmel, G.** (1974). "Die Stellungskorrektur des proximalen Femurendes im Spiegel der Literatur." *Inaugural Dissertation (Hamburg)*.

181.

**Schittich, I., Rechl, H., Peners, R.** (1995). "Langzeitergebnisse nach Varisierungsosteotomie im Kindesalter bei Hüft dysplasie." *Orthop. Praxis 1 (ML Verlag)*: 42-47.

182.

**Schittich, I.** (1985). "Die operative Therapie der kongenitalen Hüftluxation und der Coxa valga antetorta im Kindesalter." *Inaugural Dissertation (München)*.

183.

**Schleberger, R., Lenz, G., Jantea, Ch., Bernsmann, K.** (1996). "Späte Hüftluxation - Behandlungsergebnisse von 1193 Hüften in der abgeschwächten Beuge-Spreizstellung (Hanausekposition)." *Z. Orthop.* 134 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 44-50.

184.

**Schneider, P. G., Cigala, F.** (1966). "Behandlungsergebnisse der intertrochanteren Osteotomie bei der einfachen Hüft dysplasie im Kleinkindesalter." *Z. Orthop.* 101 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 63-72.

185.

**Scoles, P. V., Boyd, A., Jones, P.K.** (1978). "Roentgenographic parameters of the normal infant hip." *J. Pediatr. Orthop.* 7: 656-663.

186.

**Schöbel, R.** (1976). "Spätergebnisse nach intertrochanterer Osteotomie unter besonderer Berücksichtigung der Bernbeck'schen Osteotomie." *Inaugural Dissertation (Würzburg)*.

187.

**Schulitz, K. P., Roggenland, G.** (1991). "Die Dreifach-Osteotomie des Beckens bei dysplastischen Hüftpfannen im Kindes- und Erwachsenenalter." *Z. Orthop.* 129 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 209-216.

188.

**Schulze, K. J., Schneider, J.** (1981). "Der Hüftwert zur diagnostischen und prognostischen Beurteilung des dysplastischen Hüftgelenkes." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 28: 331-337.

189.

**Schütte, F.** (1984). "Die Entwicklung des dysplastischen Hüftgelenkes nach Bernbeck-Osteotomie." *Inaugural - Dissertation (Köln)*.

190.

**Seeber, E.** (1976). "Revalgisierung und Wachstumstendenz am proximalen Femur nach intertrochanteren Osteotomien." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 23: 391-398.

191.

**Shimada, K., Engelmann, L., Rungenhagen, K.** (1990). "Retrospektive Analyse der Hüftgelenkentwicklung nach perikapsulärer Iliumosteotomie nach Pemberton (modifiziert nach Tönnis) in Kombination mit intertrochanterer Korrekturosteotomie (IVDO)." *Beitr. Orthop. u. Traumatologie* 37 (VEB Verlag Volk und Gesundheit Berlin): 575-580.

192.

**Skrudies, B., Schaefer, B., Meiss, L.** (1994). "Operative Behandlung der Hüft dysplasie nach Schweregrad und Alter." *Hamburger Ärzteblatt* 2: 40-44.

193.

**Södermann, P., Malchau, H.** (2001). "Is the Harris Hip Score System Useful to Study the Outcome of Total Hip Replacement ?" *Clinical Orthopaedics And Related Research* 384 (Lippincott Williams & Wilkins): 189-197.

194.

**Spitzzy, H.** (1923). "Künstliche Pfannendachbildung, Benutzung von Knochenbolzen zur temporären Fixation." *Z. Orthop. Chir.* 43: 284-294.

195.

**Stadelmann, C.** (1987). "Altersabhängige Entwicklung des Hüftgelenkes nach Derotationsvarisierungsosteotomie und Pfannendachplastik." *Inaugural – Dissertation (Erlangen - Nürnberg)*.

196.

**Staheli, L. T.** (1990). "Surgical management of acetabular dysplasia." *Clin. Orthop.* 264: 111.

197.

**Suda, H., Hattori, T., Iwata, H.** (1995). "Varus derotation osteotomy for persistent dysplasia in congenital dislocation of the hip. Proximal femoral growth and alignment changes in the leg." *J. Bone Joint Surg. Am.* 77: 756-761.

198.

**Thelen, E., Anders, G.** (1985). "Die Entwicklung der dysplastischen Hüfte nach Bernbeck Osteotomie im Vergleich zur intertrochanteren Detorsions Varisierungsosteotomie." In : *Die operative Behandlung der Hüft dysplasie – Technik*

und Ergebnisse ( Hrsg. Tönnis, D. ) (F. Enke-Verlag Stuttgart).

199.

**Tönnis, D.** (1977). "Indikation und Wirksamkeit verschiedener Operationsmethoden bei angeborener Hüftdysplasie." *Z. Orthop.* 115 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 726.

200.

**Tönnis, D., Brunken, D.** (1968). "Eine Abgrenzung normaler und pathologische Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. Auswertungen von 2294 Pfannendachwinkeln kindlicher Hüftgelenke." *Arch. orthop. Unfall-Chir.* 64 (J. F. Bergmann München): 197-228.

1201.

**Tönnis, D.** (1979). "Eine neue Form der Hüftpfannenschwenkung durch Dreifachosteotomie zur Ermöglichung späterer Hüftprothesenversorgung." *Orthop. Praxis* 12: 1003-1005.

202.

Tönnis, D. (1978). "Hüftluxation und Hüftkopfnekrose, 1. Sammelstatistik des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT." Bücherei des Orthopäden Band 21 (Thieme-Verlag Stuttgart).

203.

**Tönnis, D.** (1982). "Congenital hip dislocation-Avascular necrosis, 1. *Collective statistic prepared by the commission for study of hip dysplasia of the DGOT.*" (Thieme-Verlag Stuttgart New York).

204.

**Tönnis, D.** (1984). "Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter ". Grundlagen, Diagnostik, konservative und operative Behandlung. (Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York )

205.

**Tönnis, D.** (1985). "Die Klassifizierung der Messwerte nach Abweichungsgraden von Normalen." In : Tönnis D. (Hrsg.) : *Die operative Behandlung der Hüftdysplasie, Technik, Ergebnisse, Bücherei des Orthopäden (Enke-Verlag Stuttgart):* 20.

206.

**Tönnis, D.** (1987). "Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults." (Springer-Verlag Heidelberg).

207.

**Tönnis, D., Arning, A., Bloch, M., Heinecke, A., Kalchschmidt, K.** (1994). "Triple Pelvic Osteotomy." *J. Pediatr. Orthop. Part B* (3): 54-67.

208.

**Tönnis, D., Clausing, B., Heinicke, A.** (1993). "Therapeutische Möglichkeiten bei Hüftdysplasie und Hüftluxation." *Orthop. Praxis* 29: 20-25.

209.

**Tschauner, C., Hofmann, S., Czerny, C.** (1997). "Hüftdysplasie." *Orthopäde* 26 (Springer-Verlag): 89-108.

210.

**Tschauner, C., Klapsch, W., Kohlmaier, W., Graf, R.** (1992). "Der Stellenwert der dreifachen Beckenosteotomie nach Tönnis im Rahmen der Spätdysplasie und frühen Sekundärarthrose des Hüftgelenkes." *Orthop. Praxis* 28: 225-263.

211.

**Tschauner, C.** (2004). "Residuelle Hüftdysplasie, In: Wirth C.J. (Hrsg.), Zichner L.: *Orthopädie und orthopädische Chirurgie.*" *Becken und Hüfte* 1. Auflage (Thieme-Verlag Stuttgart): 156-169.

212.

**von Lanz, T.** (1951). "Die umwegige Entwicklung am menschlichen Hüftgelenk." *Schweiz. med. Wschr.* 81: 1051.

213.

**Vogel, I., Andersson, J. E., Uldbjerg N.** (1998). "Serum relaxin in the newborn is not a marker of neonatal hip instability." *J. Pediatr. Orthop.* 18(4): 535 - 537.

214.

**Walch, H.** (1971). "Ergebnisse nach konservativer Hüftluxationsbehandlung mit Bestimmung der Winkelverhältnisse am koxalen Femurende." *Beitr. Orthop.* 18: 503-515.

215.

**Wedge, J. H., Wasylenko, M.J.** (1979). "The natural history of congenital disease of the hip." *J. Bone Joint Surg. Br.* 61-B (3): 3334-338.

216.

**Wedge, J. H., Wasylenko, M.J.** (1978). "The natural history of congenital dislocation of the hip: a critical review." *Clin. Orthop. Relat. Res.* 137: 154-162.

217.

**Weickert, H.** (1964). "Zum Problem der operativen Einstellung des Schenkelhalswinkels bei Derotations- Varisierungsosteotomie bei der Luxationshüfte." *Z. Orthop.* 99 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 223-237.

218.

**Weintroub, S., green, I., Terdiman, R., Weissman, S.L** (1979). "Groth and development of congenitally dislocated hips, reduced in early infancy." *J. Bone Joint Surg. Am.* 61: 125-130.

219.

**Weinstein, S. L.** (1987). "Natural history of congenital hip dislocation (CDH) and hip dysplasia." *Clinical Orthopaedics And Related Research* 225 (Lippincott Williams & Wilkins.): 62-76.

220.

**Wiberg, G.** (1939). "Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of

the hip joint. With special reference to the complication of osteoarthritis." *Acta Chirurgica Scandinavica* 58.

221.

**Wilkens, B.** (1989). "Die Spätergebnisse nach intertrochanteren Osteotomien am proximalen Femurende im Hinblick auf Coxarthrosetherapie und -prophylaxe bei Jugendlichen (ab 15. Lebensjahr) und Erwachsenen." *Inaugural - Dissertation (Halle-Wittenberg)*.

222.

**Windhager, R., Lack, W., Schiller, C., Kotz, R.** (1990). "Die Beckenosteotomie nach Salter in der Behandlung der kongenitalen Hüftluxation und Hüft dysplasie unter besonderer Berücksichtigung der Beckenkipfung." *Z. Orthop.* 126 (F. Enke-Verlag Stuttgart): 575-583.

223.

**Wirth, C. J.** (2001). Praxis der Orthopädie, Band I : Konservative Orthopädie. 3. Auflage (Georg Thieme-Verlag Stuttgart).

224.

**Wolf, J. H.** (1892). "Gesetz der Transformation der Knochen." *Berlin, Hirschwald 1892, Neudruck Stuttgart 1991, hersg. von D. Wessinghage (= Reprints Medezinhistorischer Schriften)* (4).

225.

**Wolf, J. H.** (1995). "Julius Wolff und sein Gesetz der Transformation der Knochen." *Orthopäde* 24 (Springer-Verlag): 378-386.

226.

**Witt, A. N., Mittelmeier, H.** (1959). "Die Operationstechnik der intertrochanteren Rotations- und Varisierungsosteotomie der Luxationshüfte mit einer modifizierten Stahlklammer nach Becker." *Arch. Orthop. Unfall-Chir.* 50: 597.

227.

**Wynne-Davies, R.** (1979). "Acetabular dysplasia and familial joint laxity: Two etiological factors in congenital dislocation of the hip." *J. Bone Joint Surg. Br.* 52 (JBSJ.ORG): 704-716.

228.

**Zahradnicek, J.** (1936). "Causes d'eches du traitement sanglant de la luxation congenitale de la hanche." *Slov. Sborn. Ortop.* 49.

229.

**Zeitler - Zapf, P.** (1987). "Die varisierende derotierende Osteotomie bei jungen Erwachsenen mit angeborener Hüft dysplasie und initialer Coxarthrose." *Inaugural – Dissertation (Würzburg)*.

230.

**Zippel, H.** (1971). "Normal development of the structural elements of the hip joint in adolescence." *Beitr. Orthop. Traumatol.* 18: 255-70.

## 7. Anhang

### Anhang 7.1

#### Patientenanschreiben

Herr Mustermann  
Musterstrasse 1  
Musterhausen

**Betr.: Kontrolluntersuchung**

Datum  
25.07.2001

Sehr geehrte Herr Mustermann.,

Sie wurden am 10.02.1970 in unserem Hause an der Hüfte operiert.

Da es sich hierbei um eine Korrekturoperation einer Fehlstellung des Hüftgelenkes handelte, die sich im Laufe der Jahre belastungsabhängig wieder bemerkbar machen kann, sind in Ihrem und unserem Interesse regelmäßige Kontrollen notwendig. Wie bereits telefonisch mit Ihnen besprochen, möchten wir Sie deshalb gerne zu einer Kontrolluntersuchung im Rahmen einer Nachuntersuchungsstudie einladen.

Diese Untersuchung ist für Sie kostenlos.

Bitte suchen Sie sich auf der beiliegenden Postkarte einen der drei Vorstellungstermine aus, kreuzen ihn an und senden bzw. faxen die Postkarte an die bereits eingetragene Adresse zurück.

Bitte bringen Sie alle vorhandenen Röntgenaufnahmen der Hüftgelenke hierzu mit.

Falls nicht vorliegend, lassen Sie bitte, sofern möglich, eine Röntgenaufnahme der Hüften a.p. nach Rippstein 1 (wie Beckenübersichtsaufnahme) durchführen. Um Ihr Hüftgelenk objektiv zu beurteilen, ist die Anfertigung einer Röntgenaufnahme unbedingt vorgesehen, dies kann entweder im Vorfeld durch Ihren behandelnden Orthopäden oder durch uns am Untersuchungstag geschehen.

Die Untersuchung findet in der **Orthopädischen Klinik Barmbek**, Haus 14, Eingang 2, 1. Stock rechts, jeweils montags und mittwochs ab 14.30 Uhr statt. Für Rückfragen steht Ihnen jederzeit unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Herr Bartschat zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

---

Prof. Dr. med. E. Hille  
- Chefarzt -

---

Dr. med. A. Betthäuser  
- Oberarzt -

---

T. Bartschat  
- wissenschaftl. Mitarbeiter -



## Anhang 7.2

### Antwortpostkarte Vorderseite

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 20px;">M. K. Strasse X 22XXX Hamburg</div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>	
<p>An :</p> <p>Allgemeines Krankenhaus Barmbek Rübenkamp 148 - Orthopädische Klinik –</p> <p>22291 Hamburg</p>		

## Anhang 7.3

### Antwortpostkarte Rückseite

Bitte entscheiden Sie sich für einen der angegebenen Untersuchungstermine :

1. Ich nehme am **Montag, den 6.08.2001** in der orthopädischen Klinik Barmbek, Haus 14, Eingang 2, 1. Stock, ab 14: 00 Uhr an der Kontrolluntersuchung teil. ☐
  
2. Ich nehme am **Mittwoch, den 8.08.2001** in der orthopädischen Klinik Barmbek, Haus 14, Eingang 2, 1. Stock, ab 14: 00 Uhr an der Kontrolluntersuchung teil. ☐
  
3. Ich nehme am **Montag, den 13.08.2001** in der orthopädischen Klinik Barmbek, Haus 14, Eingang 2, 1. Stock, ab 14: 00 Uhr an der Kontrolluntersuchung teil. ☐

## Standardisierter Untersuchungsbogen

206

## Anhang 7.5

### Übersetzung des Harris-Hip-Scores

**1. Pain** = Schmerz, maximal 44 % (Kriteriengewichtung in % von 100 Punkten)

- A. None or ignores it = keine (44 Punkte)
- B. Slight, occasional, no compromise in activities = minimal, ohne Einfluss auf Aktivität (40 Punkte)
- C. Mild pain, no effect on average activities, rarely moderate pain with unusual activity, may take aspirin = leicht, nach längerer Aktivität (30 Punkte)
- D. Moderate pain, tolerable but makes concessions to pain. Some limitations of ordinary activity or work. May require occasional pain medicine stronger than aspirin = mittel, behindert die normale Aktivität, erhöhter Schmerzmittelbedarf (20 Punkte)
- E. Marked pain, serious limitation of activities = schwer, Aktivität stark beeinträchtigt (10 Punkte)
- F. Totally disabled, crippled by pain, bedridden = schwerst, Aktivität nicht mehr möglich, Bettlägerigkeit (0 Punkte)

**2. Function** = Funktion, maximal 47%

**A. Gait** = Gangbild (33 Punkte möglich)

1. Limp = Hinken (11 Punkte)

- None = unauffällig (11 Punkte)
- Slight = leicht (8 Punkte)
- Moderate = mittel (5 Punkte)
- Severe = schwer (0 Punkte)

2. Support = Gehhilfen (max. 11 Punkte)

- None = keine (11 Punkt)
- Cane for long walks = Stock für lange Strecken (7 Punkte)
- Cane most of the time = Stock für die meiste Zeit (5 Punkte)
- Cane crutch = Dauerhaft einen Stock oder Krücke (3 Punkte)
- Two canes = Zwei Stöcke (2 Punkte)
- Two crutches or not able to walk = Zwei Krücken oder Gehunfähigkeit (0 Punkte)

3. Distance walked = Gehstrecke (max. 11 Punkte)

- Unlimited = unbeschränkt (11 Punkte)
- Six blocks = Gehstrecke bis ca. 2 Kilometer (8 Punkte)
- Two or three blocks = Gehstrecke bis 500m (5 Punkte)
- Indoors only = Gehstrecke nur innerhalb der Wohnung (2 Punkte)
- Bed and chair = Bett oder Stuhl, Gehunfähigkeit (0 Punkte)

**B. Activities** = Aktivitäten (max. 14 Punkte)

1. Stairs = Treppensteigen (4 Punkte)

- Normally without using a railing = Normal, ohne Geländereinsatz (4 Punkte)
- Normally using a railing = Normal mit Geländereinsatz (2 Punkte)
- In any manner = mühsam (1 Punkt)
- Unable to do stairs = unmöglich (0 Punkte)

2. Shoes and Socks = Schuhe und Strümpfe anziehen (max. 4 Punkte)

- With ease = problemlos (4 Punkte)
- With difficulty = mühsam (2 Punkte)
- Unable = unmöglich

3. Sitting = Sitzen (max. 5 Punkte)

- Comfortably in ordinary chair one hour = problemlos (5 Punkte)
- On a high chair for one – half hour = nur erhöht und zeitlich begrenzt (3 Punkte)
- Unable to sit comfortably in any chair = unmöglich (0 Punkte)

3. Enter public transportation = Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln (max. 1 Punkt)

- Able = möglich (1 Punkt)
- Unable = unmöglich (0 Punkte)

### 3. Absence of deformity points = Fehlen von Deformität (maximal 4%)

Diese Punkte werden vergeben, wenn der Patient keine Beinlängendifferenz über 3,2 cm, weniger als 30° Flexionskontraktur oder weniger als 10° bei Adduktion und Innenrotation aufweist.

### 4. Range of motion = Bewegungsumfang, (maximal 5%)

A. Flexion	0 – 45°	x 1.0	C. External rotation in extension	0 – 15°	x 0.4
	45 – 90°	x 0.6		over 15°	x 0.0
	90 – 100°	x 0.3	D. Internal rotation in extension	any	x 0.0
	>110°	x 0.0			
B. Abduction	0 – 15°	x 0.8	E. Adduction	0 – 15°	x 0.2
	15 – 20°	x 0.3	F. Extension	any	x 0.0
	>20°	x 0.0			

To determine the over-all rating for range of motion, multiply the sum of the index values x 0.05. Record Trendelenburgtest as positive, level or neutral (max. 5 Points)

## Anhang 7.6

### Übersetzung des Merle d'Aubigné und Postel - Scores

#### A. Pain = Schmerz (maximal 6 Punkte)

- Pain is intense and permanent = Ständiger, starker Schmerz (0 Punkte)
- Pain is severe even at night = schwerer Schmerz , nächtlich (1 Punkt)
- Pain is severe when walking; prevents any activity = schwerer Schmerz bei Bewegung, Aktivitätsbeschränkung (2 Punkte)
- Pain is tolerable with limited activity = tolerabler Schmerz bei Aktivitätsbeschränkung (3 Punkte)
- Pain is mild when walking; it disappears with rest = Leichter Bewegungsschmerz, Schmerzfreiheit in Ruhe (4 Punkte)
- Pain is mild and inconstant; normal activity = Leichter inkonstanter Schmerz, keine Aktivitätsbeschränkung (4 Punkte)
- No pain = keine Schmerzen (6 Punkte)

**B. Mobility** = Mobilität ( maximal 6 Punkte)

- Ankylosis with bad position of the hip = Ankylose (0 Punkte)
- No movement; pain or slight deformity = Keine Beweglichkeit, milde Deformierung (1 Punkt)
- Flexion < 40° (2 Punkte)
- Flexion 60 – 80°; patient can reach his foot = Flexion ausreichend um die Füße zu berühren (4 Punkte)
- Flexion 80 – 90°; abduction of least 15° = Abspreizbehinderung bis 15°, bei 80 - 90° Flexion (5 Punkte)
- Flexion of more than 90°; abduction to 30° = Flexion über 90° und Abduktion bis 30° (6 Punkte)

**C. Ability to walk** = Beweglichkeit (maximal 6 Punkte)

- None = Bewegungsunfähigkeit ( 0 Punkte)
- Only with crutches = Bewegung nur an Krücken möglich (1 Punkt)
- Only with canes = Bewegung nur mit Stöcken möglich (2 Punkte)
- With one cane, less than one hour; very difficult without a cane = Bewegung nur am Stock, weniger als eine Stunde (3 Punkte)
- A long time with a cane; short time without cane and with limp = Kurze Gehstrecken ohne Stock, mit Hinken möglich (4 Punkte)
- Without cane but with slight limp = Bewegung ohne Stock, mit leichtem Hinken möglich (5 Punkte)
- Normal = keine Bewegungseinschränkung (6 Punkte)

## **Anhang 7.7**

### **Übersetzung des Score nach Gao et al.**

**A. Pain** = Schmerz (maximal 2 Punkte)

- None = kein (2 Punkte)
- Occasional = gelegentlich (1 Punkt)
- Persistent = permanent (0 Punkte)

**B. Limp** = Hinken (maximal 2 Punkte)

- Absent = kein (2 Punkte)

Slight = wenig (1 Punkt)

Present = ständig (0 Punkte)

**C. Limb shortening** = Beinlängenverkürzung (maximal 2 Punkte)

Absent = keine (2 Punkte)

1-2 cm = (1 Punkt)

More than 2 cm = mehr als 2 cm (0 Punkte)

**D. Development of the femoral head** = Femurkopfentwicklung (maximal 2 Punkte)

Normal = normal (2 Punkte)

Partial coxa plana or coxa magna = partille Coxa plana / magna  
(1 Punkt)

Complete coxa plana or other severe deformity = komplette Coxa  
plana oder andere Deformität

**E. Development of the acetabulum** = Acetabulumbildung (maximal 2 Punkte)

Well = gut (2 Punkte)

Fair or marked = ausreichend (1 Punkt)

Poor = schlecht (0 Punkte)

**F. Function** = Funktion (maximal 2 Punkte)

Full = uneingeschränkt (1 Punkt)

Slightly limited = gering eingeschränkt

Severely limited = deutlich eingeschränkt (0 Punkte)

**G. Shenton's line** = Shenton-Ménardsche-Linie (maximal 2 Punkte)

Intact = intakt (2 Punkte)

Slightly broken = gering unterbrochen (1 Punkt)

Broken = unterbrochen (0 Punkte)

**H. Trendelenburg's sign** = Trendelenburg Zeichen (maximal 2 Punkte)

Negative = negativ (2 Punkte)

Mild = gering (1 Punkt)

Positiv = deutlich positiv (0 Punkte)

**I. Joint of motion** = Bewegungsausmaß (maximal 5 Punkte)

> 270° = 270° totales Bewegungsausmaß (5 Punkte)

> 270°; no fixed deformity = 270° Bewegungsausmaß ohne Kontraktur  
(4 Punkte)

> 160°; moderate limitation = Bewegungsausmaß über 160° mit  
geringer Einschränkung (3 Punkte)

> 120°; some deformity = Bewegungsausmaß über 120° mit  
Deformitäten (2 Punkte)

< 120°; obvious limitation = Bewegungsausmaß < 120° mit deutlicher  
Einschränkung (1 Punkt)

Little or none = Nur geringe bis gar keine Beweglichkeit (0 Punkte)

**J. CE angle** = CE-Winkel (maximal 4 Punkte)

20° or more = > 20° (4 Punkte)

15-19° = (3 Punkte)

10-14° = (2 Punkte)

Less than 10° = weniger als 10° (1 Punkt)

0° or minus = > 0° (0 Punkte)

## Anhang 7.8

### Fragen zur subjektiven Sicht der eigenen Gesundheit

In den folgenden Fragen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes.  
Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den  
Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

**Frage 1.** Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben

Ausgezeichnet	1
Sehr gut	2
Gut	3
Weniger gut	4
Schlecht	5



**Frage 2.** Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

Derzeit viel besser als vor einem Jahr	1
Derzeit etwas besser als vor einem Jahr	2
Etwa so wie vor einem Jahr	3
Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr	4
Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr	5

**Frage 3.** Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

Schwierigkeiten	Ja	Nein
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft, als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

**Frage 4.** Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

Schwierigkeiten	Ja	Nein
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft, als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

**Frage 5.** Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

Ich hatte keine Schmerzen	1
Sehr leicht	2
Leicht	3
Mäßig	4

Stark	5
Sehr stark	6

**Frage 6.** Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

Überhaupt nicht	1
Ein bisschen	2
Mäßig	3
Ziemlich	4
Sehr	5

## Anhang 7.9

### Lebenslauf

#### Persönliche Angaben

Name, Vorname :	Bartschat, Tim
Geburtsdatum :	16.07.1977
Geburtsort :	Hamburg
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Familienstand:	verheiratet
Konfession :	evangelisch

#### Schul Ausbildung

08/1984 – 06/1988	Grundschule Schimmelmannstraße in Hamburg
08/1988 – 06/1997	Gymnasium Marienthal in Hamburg
	Abschluss : Allgemeine

Hochschulreife

#### Zivildienst

08/1997 – 08/1998	Deutsches Rotes Kreuz in Hamburg Ausbildung zum Rettungssanitäter
-------------------	--

#### Hochschulbildung

10/1998 – 05/2005	Medizinstudium an der Universitätsklinik Hamburg - Eppendorf
03/2001	Physikum
04/2002	1. Staatsexamen
04/2004	2. Staatsexamen
05/2005	3. Staatsexamen

#### Praktisches Jahr

Innere Medizin	Allgemeines Krankenhaus Hamburg Wandsbek (LBK)
Anästhesiologie	Allgemeines Krankenhaus Hamburg Altona (LBK)
Chirurgie	Krankenhaus Reinbek St. Adolf Stift, Hamburg

## **Berufliche Tätigkeiten**

1999	Sitzwachtätigkeit im Marienkrankenhaus, Hamburg
01/2001 – 2005	Mitarbeiter im interdisziplinären Schlaflabor des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg Wandsbek
09/2005 – 09/2006	Assistenzarzt der Chirurgie im Krankenhaus Reinbek, St. Adolf Stift
11/2006 – heute	Assistenzarzt der Urologie im Klinikum Fulda gAG

## **Anhang 7.10**

### **Akademische Lehrer**

Meine akademischen Lehrer waren in Hamburg die Damen und Herren:

Adam, Bauer, Beckmann, Bokemeyer, Böger, Bromm Burdelski, Collo, Davidoff, Denecke, Ergün, Haas, Holstein, Hüneke, Huland, Itzbicki, Kaupen-Haas, Koch, Laufs, Lohse, Margaretha, Mayr, Moll, Peters, Rehder, Richard, Rüther, Seger, Shulte am Esch, Seitz, Stahl, Ullrich, Wagener, Weiller, Wieland.

## **Anhang 7.11**

### **Dankvermerk**

An dieser Stelle möchte ich zuerst meinen Eltern danken, die mich während meines Studiums der Humanmedizin unterstützt haben und ohne deren Hilfe diese Arbeit wohl nicht möglich gewesen wäre.

Mein besonderer Dank gilt Frau Professor Dr. med. Fuchs-Winkelmann, die sich freundlicherweise als Referentin für diese Arbeit zur Verfügung gestellt hat.

Vielen Dank für die Überlassung des Themas gebührt Herrn Prof. Dr. med. E. Hille, der mich während der Arbeit stets unterstützt und motiviert hat. Ich danke ihm und seinem Team, insbesondere Herrn Dr. A. Betthäuser, für die konstruktive Betreuung und das Bemühen, die Arbeit erfolgreich zu gestalten.

Für die Unterstützung in statistischen Fragen danke ich besonders Herrn Dr. Kay – Uwe Petersen der Uni – Hamburg.

Danken möchte ich auch meiner lieben Ehefrau Lina und meinem lieben Sohn Max für die viele Geduld und die Stunden und Tage, an denen sie ihre Freizeit für mich geopfert haben.

Zuallerletzt gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Dr. phil. Rupprecht Bernbeck und seiner Familie für die Überlassung zahlreicher Originalschriften.

## **8.0 Ehrenwörtliche Versicherung**

„Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel Langzeitergebnisse nach Derotations-Varisierungsosteotomie (DVO) in der Behandlung der angeborenen Hüfttreifungsstörung in der Orthopädischen Klinik des Krankenhauses Hamburg-Barmbek/Eilbek bzw. dem Med. Zentrum für Operative Medizin II unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Fuchs-Winkelmann mit Unterstützung von Herrn Prof. Dr. E. Hille ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- und ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch auf Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.“

Vorliegende Arbeit wurde in den folgenden Publikationsorganen, Beiträge zur 50 u. 55. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e.V., Baden-Baden 2002 und 2007 veröffentlicht, bzw. vorgetragen.

Marburg, den .....

---

Unterschrift